

**Ежемесячный
научный журнал
№50 / 2019
3 часть**

Редакционный совет

Ответственный редактор – д.ф-м.н. Филесин Т.А.
Секретарь конференции – д.ю.н. Аракелян Л.Т
Редакционная коллегия
Березин Л.С.
Гордиенко С.В.
Дочев Д.Т.
Ильинский В.И.
Киварова В.М.
Миронина Т.С.
Невский А.А.
Опарина В.П.
Оленин К.А.
Параска Б.Д.
Рыжков Л.П.
Симоненко Д.К.
Тимофеев В.Г.
Трошев А.Е.

Ответственный редактор

д.ф-м.н. Филесин Т.А. (Российская Федерация)

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются. За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов. При перепечатке ссылка на журнал обязательна. Материалы публикуются в авторской редакции.

Адрес редакции: 620144, г. Екатеринбург, улица Народной Воли, 2, оф. 44

Адрес электронной почты: info@national-science.ru

Адрес веб-сайта: <http://national-science.ru/>

Учредитель и издатель Национальная ассоциация ученых (НАУ) Тираж 1000 экз.

Отпечатано в типографии 620144, г. Екатеринбург,
улица Народной Воли, 2, оф. 44

Редакционный совет

Ответственный редактор – д.ф-м.н. Филесин Т.А.
Секретарь конференции – д.ю.н. Аракелян Л.Т
Редакционная коллегия
Березин Л.С.
Гордиенко С.В.
Дочев Д.Т.
Ильинский В.И.
Киварова В.М.
Миронина Т.С.
Невский А.А.
Опарина В.П.
Оленин К.А.
Параска Б.Д.
Рыжков Л.П.
Симоненко Д.К.
Тимофеев В.Г.
Трошев А.Е.

Художник: Венерская Виктория Александровна

Верстка: Коржев Арсений Петрович

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.

Международные индексы:



СОДЕРЖАНИЕ ВОЕННЫЕ НАУКИ

Вергейчик В. В.

МЕТОДИКА РАСШИРЕНИЯ ВЗАИМНОГО
РАСПОЛОЖЕНИЯ КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ
ПУНКТОВ И ТРАСС ПОЛЕТА ЛЕТАТЕЛЬНЫХ
АППАРАТОВ.....4

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

Ильинский А. В.

ИССЛЕДОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ
МЕТАЛЛОВ В ПОЧВЕ ПРИ ВНЕСЕНИИ ЭФФЛЮЕНТА 8

*Манукян И. Р., Басиева М. А.,
Мирошникова Е. С., Абиева Т. С.*

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ИСТОЧНИКИ ХОЗЯЙСТВЕННО
ЦЕННЫХ ПРИЗНАКОВ ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ ОЗИМОЙ
ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ ПРЕДГОРНОЙ ЗОНЫ
ЦЕНТРАЛЬНОГО КAVКАЗА10

Мустафакулова Ф.А., Мирзаабдуллаева С.Н.
БИОПРЕПАРАТ ДЛЯ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ ОТ
ВРЕДНЫХ НАСЕКОМЫХ.14

Романенко Е. А., Истомин А. И.

ВЛИЯНИЕ МУКИ ИЗ ЛИЧИНОК МУХ LUCILIA CAESAR
НА МЯСНУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВЕННЫЕ
ПОКАЗАТЕЛИ МЯСА ИНДЕЕК КРОССА BIG-6.....15

СОЦИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Ермолаев Т. С.

ОСОБЕННОСТИ И РИСКИ РАЗВИТИЯ СЕВЕРНОЙ
МОНОПРОФИЛЬНОЙ АГЛОМЕРАЦИИ (НА ПРИМЕРЕ
Г. НЕРЮНГРИ).....20

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Кульмамиров С. А., Есбергенова А. А.

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ПОСТРОЕНИЯ
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ...24

Зассеев А. А., Тускаева З. Р.

ПРОИЗВОДСТВО КИРПИЧА С ПРИМЕНЕНИЕМ
ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ.....28

Кротов И. П.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОГАЗА КАК
АЛЬТЕРНАТИВНОГО ИСТОЧНИКА ЭНЕРГИИ.....30

*Герб В. Я., Лавров В. В.,
Прохоров М. Е., Рынди́н Ю. Г.*

АЛГОРИТМ ВЫДЕЛЕНИЯ КОНСТРУКТИВНЫХ
ЭЛЕМЕНТОВ НА ПРЕДСТАВЛЕННОМ В ФОРМЕ
ГРАФА ЛЕСА СЕГМЕНТИРОВАННОМ ИЗОБРАЖЕНИИ
.....33

Пахомова А.

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕПЛОВЫХ
ВВОДОВ ТРУБОПРОВОДОВ В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО
СЕВЕРА37

Самородская О. А., Лысенко Е. А.

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ
АВТОМОБИЛЕЙ, РАБОТАЮЩИХ НА ГАЗОВОМ
ТОПЛИВЕ40

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

Турешбаев А. Т., Омарова У. Ш.

УСТОЙЧИВОСТЬ КОЛЛИНЕАРНЫХ ТОЧЕК
ЛИБРАЦИИ В ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ОБОБЩЕННОЙ
ФОТОГРАВИТАЦИОННОЙ ЗАДАЧЕ ТРЕХ ТЕЛ ПРИ
РЕЗОНАНСЕ ТРЕТЬЕГО ПОРЯДКА42

*Агафонцев В. В., Недосвитий И. К.,
Трухман Г. П., Яблоков А. М.*

ЛАБОРАТОРНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ
УСКОРЕНИЯ СВОБОДНОГО ПАДЕНИЯ45

Загиров Н.Ш., Гаджиева Т.Ю., Эфендиев Э.И.
ЗАДАЧА ОЦЕНКИ ПРОИЗВОДНОЙ МНОГОЧЛЕНОВ В
ЗАДАННОЙ ТОЧКЕ.....50

*Спирина Н.С., Спири́н В.В.,
Попков Е.В., Котлобай В.Н.*

РАЗРАБОТКА ПРОТОТИПА МОБИЛЬНОГО
ЛАЗЕРНОГО СКАНИРУЮЩЕГО КОМПЛЕКСА52

*Спирина Н.С., Спири́н В.В.,
Тарачков М.В., Шарамет А.А.*

РАЗРАБОТКА НАВИГАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ РОБОТА
НА ПОВЕРХНОСТИ ЛУНЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
АЛГОРИТМОВ ОДНОВРЕМЕННОЙ ЛОКАЛИЗАЦИИ И
КАРТОГРАФИИ (SLAM)57

ВОЕННЫЕ НАУКИ

МЕТОДИКА РАСШИРЕНИЯ ВЗАИМНОГО РАСПОЛОЖЕНИЯ КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПУНКТОВ И ТРАСС ПОЛЕТА ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Вергейчик Виталий Валентинович
Войсковая часть 09703
г. Феодосия

METHOD OF EXPANSION OF MUTUAL ARRANGEMENT OF CONTROL AND MEASURING PARAGRAPH AND ROUTES OF FLIGHT OF AIRCRAFTS

Vergeichik Vitaly Valentinovich
army part 09703
Feodosia

Аннотация

Статья посвящена актуальному на сегодняшний день исследованию своевременного обнаружения малоразмерных воздушных и морских целей.

Abstract

The article is devoted to the current study of the timely detection of small-sized air and sea targets

Ключевые слова: радиолокатор, обнаружение, сигнал, антенна.

Keywords: radar, detection, signal, antenna

Введение

Современные технологии придали ускорение совершенствованию вооружения и военной техники, разработке высокоточного оружия. На вооружение ведущих стран мира поступают новейшие интегрированные комплексы высокоточного оружия [2].

При модернизации существующих и создании новых образцов кораблей и судов для ВМФ, у нас в стране и за рубежом вопросу обнаружения малоразмерных объектов уделяется значительное внимание.

1. Обоснование требований к дальности действия радиолоний траекторных измерений с активным маяком ответчиком.

Дальность действия радиолокационной станции определяется максимальным расстоянием между радиолокатором и объектом (целью), который должна обнаружить РЛС (рисунок 1).

Обнаружением называется процесс принятия решения о наличии или отсутствии радиолокационных сигналов в условиях помех. При обнаружении могут возникать следующие ситуации: при условии, что сигнал фактически есть, решение о наличии сигнала – правильное обнаружение, а решение об отсутствии сигнала – пропуск объекта или цели.

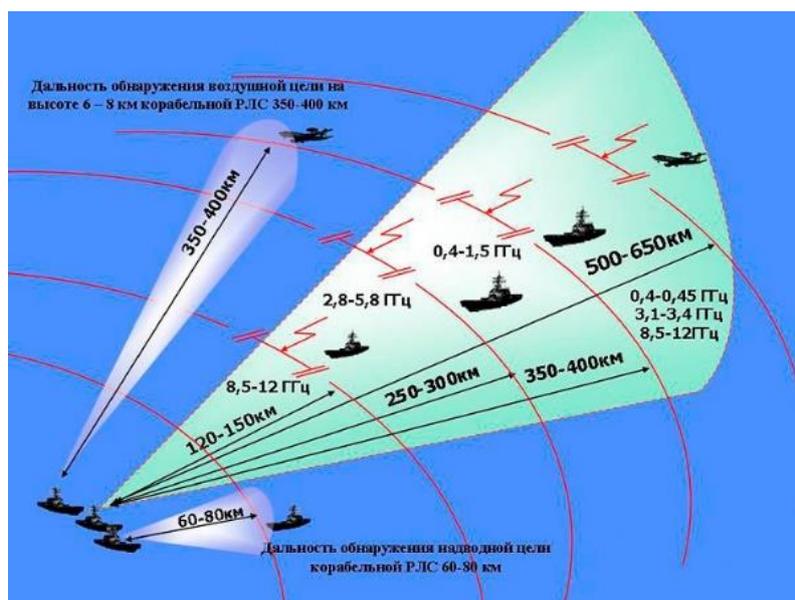


Рисунок 1 Дальности обнаружения РЛС и средствами РТР воздушных и надводных целей

1.1 Расчет зоны видимости РЛС в свободном пространстве

Зона видимости радиолокационной станции – это морская поверхность и воздушное пространство, в пределах которых возможно наблюдение целей и определение их координат с помощью радиолокационной станции. Форма и размеры зоны видимости радиолокационной станции определяются ее техническими возможностями, сектором обзора пространства, высотой антенны над уровнем моря и другими факторами [3].

Мощность сигнала отраженного от цели на входе приемника РЛС, как функцию от дальности до цели найдем исходя из основного уравнения радиолокации.

Одна из основных задач при проектировании РЛС - расчет максимальной дальности обнаружения, когда от цели с ЭПР \bar{S}_0 принимается сигнал мощностью P_{20} при которой цель обнаруживается с заданными вероятностями правильного обнаружения D и ложной тревоги F , а элементы W характеризующие положение и движение объекта, измеряются с заданными точностью и вероятностью.

На входе приемника активного радиолокатора действует отраженный сигнал, мощность которого равна

$$P_{20} = \frac{P_1 G_{a1} \eta_1 S_{a2} \eta_2 \bar{S}_0}{(4\pi)^2 R^4}, \quad (1)$$

где: P_1 – мощность передатчика;

G_{a1} – коэффициент усиления передающей антенны;

η_1 и η_2 – КПД антенно-фидерного тракта передатчика и приемника;

S_{a2} – активная площадь приемной антенны;

\bar{S}_0 – ЭПР цели; R – расстояние от радиолокатора до цели.

С помощью выражения (1) можно найти дальность действия радиолокатора в свободном пространстве как при обнаружении цели, так и при измерении ее координат и скорости. При обнаружении цели (\bar{S}_0) в (1) следует P_{20} заменить на $(P_{2min})_{обн} = P_{пор}$, где $P_{пор}$ – пороговая мощность, то есть минимальная мощность сигнала на входе приемника, при которой принятый отраженный сигнал обнаруживается с заданными D и F . В режиме измерения следует вместо P_{20} использовать значение $(P_{2min})_{изм}$, при котором погрешность измерения не превышает заданного значения с определенной доверительной вероятностью. Как правило, $(P_{2min})_{изм} > P_{пор}$ и в режиме измерения дальность действия радиолокатора оказывается меньше, чем в режиме обнаружения цели. С учетом сказанного дальность действия радиолокатора при обнаружении цели (максимальная дальность обнаружения или измерения) определяется как

$$R_{max0} = \sqrt[4]{\frac{P_1 G_{a1} G_{a2} \eta_1 \eta_2 \lambda^2 \bar{S}_0}{(4\pi)^3 P_{пор}}}, \quad (2)$$

или

$$R_{max0} = \sqrt[4]{\frac{P_1 S_{a1} S_{a2} \eta_1 \eta_2 \bar{S}_0}{4\pi \lambda^2 P_{пор}}}, \quad (3)$$

где учтено, что $G_{a1} = 4\pi (S_a / \lambda^2)$, а индекс «0» означает, что обнаружение происходит в свободном пространстве.

В частном случае, когда радиолокатор работает в импульсном режиме и одна и та же антенна используется как при излучении, так и при приеме сигналов, выражение (2) и (3) принимают вид

$$R_{max0} = \sqrt[4]{\frac{P_1 G_a^2 \eta^2 \lambda^2 \bar{S}_0}{(4\pi)^3 P_{пор}}},$$

$$R_{max0} = \sqrt[4]{\frac{P_1 S_a^2 \eta^2 \bar{S}_0}{4\pi \lambda^2 P_{пор}}}.$$

В активном радиолокаторе с активным ответом дальности действия ответчика ($R_{maxот}$) и запросчика ($R_{maxз}$) рассчитывают по формулам

$$R_{maxот} = \sqrt[4]{\frac{P_{1з} G_{a1з} G_{a2з} \eta_{1з} \eta_{2от} \lambda^2}{(4\pi)^3 P_{пор.от}}}, \quad (4)$$

$$R_{maxз} = \sqrt[4]{\frac{P_{1от} G_{a1от} G_{a2з} \eta_{1от} \eta_{2з} \lambda^2}{(4\pi)^2 P_{пор.з}}}. \quad (5)$$

При $R > R_{maxот}$ сигнал не может быть принят ответчиком, а при $R > R_{maxз}$ - запросчиком. Поэтому целесообразен вариант активной системы с активным ответом, у которой $R_{maxз} = R_{maxот}$, для чего необходимо обеспечить равенство

$$P_{1з} P_{пор.з} \left[\frac{G_{a1з} \eta_{1з}}{G_{a2з} \eta_{2з}} \right] = P_{1от} P_{пор.от} \left[\frac{G_{a1от} \eta_{1от}}{G_{a2от} \eta_{2от}} \right],$$

а при работе в импульсном режиме (одна приемопередающая антенна на ответчике и одна на запросчике)

$$P_{1з} P_{пор.з} = P_{1от} P_{пор.от}.$$

Если радиолокатор, установленный на ЛА, имеет индикатор кругового или секторного обзора с яркостной отметкой, в котором яркость изображений на экране пропорциональна мощности то для правильного воспроизведения характера местности на экране индикатора ставится условие: изображение местности одного и того же вида ($S_n = const$) вне зависимости от R и β при полете на постоянной высоте H должно иметь одинаковую яркость на экране индикатора, то есть при $H = const$ необходимо обеспечить $P_2 = const$. Поскольку

$G_{a1} = G_{a2} = G(\alpha, \beta)G_0 f^2(\beta)$ и $R=H(\sin\beta)^{-1}$ на основании (2)

$$P_2 = \frac{P_1 G_0^2 \eta_1 \eta_2 \lambda^2 \bar{S}_s (c\tau/2) \sin^4 \beta}{(4\pi)^3 H^3 \cos \beta} f^4(\beta) = \text{const}$$

Нормируя диаграмму направленности (в максимуме $G_0 = 1$), получаем

$$f(\beta) = \text{cosec} \beta^4 \sqrt{\cos \beta} \approx \text{cosec} \beta.$$

Таким образом, для наилучшей наблюдаемости поверхности ракетный радиолокатор должен иметь диаграмму направленности косекансной формы (рисунок 2, 3).

В системе управления воздушным движением при обнаружении ЛА в верхней полусфере с



Рисунок 2 Диаграмма направленности антенны (азимутальная)

При отсутствии на объекте аппаратуры, излучающей сигнал, можно решить задачу обнаружения этого объекта по его радиотепловому излучению. Известно, что при отличии термодинамической температуры T_T объекта от абсолютного нуля он является источником излучения. Диапазон частот такого излучения простирается от нуля до бесконечности, а его интенсивность неравномерна в этом диапазоне и связана с температурой, формой, материалом и степенью шероховатости поверхности. Часть энергии при этом излучается в диапазоне радиоволн [4].

Интенсивность излучения задается формулой Планка:

$$J_f = 2c^{-1} \epsilon h f^3 \left[\exp \left\{ \frac{hf}{kT_T} \right\} - 1 \right]^{-1}, \quad (6)$$

где: $h=6,26 \times 10^{-34}$ Вт \times с² – постоянная Планка;
 $k = 1,38 \times 10^{-23}$ ВтГц⁻¹град⁻¹ – постоянная Больцмана;

f – частота (Гц);

ϵ – степень черноты тела или излучательная способность.

Максимум излучения приходится на длину волны λ_m , значение которой в микрометрах определяется из соотношения Вина: $\lambda_m =$

одинаковыми \bar{S}_0 и H для улучшения наблюдаемости целей следует обеспечить одинаковую яркость отметок на экране индикатора, не зависящую от R и β . В этом случае диаграмма направленности должна иметь форму $f(\beta) = \text{cosec} \beta$.

Дальность обнаружения в пассивных РЛС. Когда принимается сигнал, излучаемый целью, дальность обнаружения зависит от чувствительности приемников пассивной РЛС (ПРЛС) и мощности сигнала, излучаемого целью.

В том случае, когда на объекте (цели) имеется передатчик, соотношения для определения R_{\max} совпадают с выражением (4), полученным для ответчика.



Рисунок 3 Диаграмма направленности по углу места

$3 \times 10^3 / T_T$. В диапазоне миллиметровых и сантиметровых волн справедливо неравенство $hf \gg kT_T$, поэтому экспоненту в знаменателе (6) можно разложить в степенной ряд и ограничиться двумя членами разложения, тогда (6) перейдет в соотношения вида

$$J_f \approx 2\epsilon k T_T \lambda^{-2}.$$

Зависимость (6) определяет интенсивность радиотеплового излучения и носит название формулы Рэля-Джинса. Формально она позволяет при расчетах пользоваться не интенсивностью (яркостью) излучения, а температурой объекта T_T .

С учетом степени черноты поверхности объекта вводят так называемую яркостную температуру $T = \epsilon k T_T$. Полное излучение тела складывается из двух компонентов: собственного радиоизлучения и переизлученных объектом радиоволн, попадающих на него извне. Для непрозрачных предметов излучательная способность ϵ и коэффициент отражения $K_{\text{отр}}$ связаны соотношением $\epsilon + K_{\text{отр}} = 1$, поэтому эффективная яркостная температура

$$T_{\text{эф}} = \epsilon T_T + K_{\text{отр}} T_B,$$

где: T_B – температура внешнего облучения.

При отсутствии внешнего облучения тела

$$T_B = 0, \text{ поэтому } T_{\text{эф}} = \varepsilon T_T = T_0$$

При одинаковой термодинамической температуре объектов их излучения различаются из-за разной излучательной способности ε , и обнаружение объектов возможно по контрасту излучений или яркостных температур

$$\Delta T = T_1 - T_2 = (\varepsilon_1 - \varepsilon_2) T_T$$

Если объект точечный, то есть угловой размер источника излучения $\Phi_{\text{ц}}$ меньше ширины диаграммы Φ_a антенны ПРЛС, а $T(\alpha, \beta)$ – распределение эффективной температуры по углам α и β , то температура антенны, согласованной с нагрузкой,

$$T_a = \Phi_a^{-1} \iint_{\alpha \beta} T(\alpha, \beta) f(\alpha, \beta) d\alpha d\beta \approx T \Phi_{\text{ц}} \Phi_a^{-1} = T K_{\text{л}},$$

где: $f(\alpha, \beta)$ – диаграмма направленности антенны;

$K_{\text{л}}$ – коэффициент заполнения луча.

Для распределенных источников радиоизлучения $K_{\text{л}} = 1$ и $T_a = T$. В этом случае необходимо учесть использование площади антенны (КПД антенны) K_a , КПД фидерного тракта η и собственные шумы антенно-фидерного тракта

$$T_a = T K_a \eta + T_0 (\eta - 1)$$

где: T_0 – температура окружающей среды.

Кроме того, следует добавить составляющую T_0 , соответствующую излучению, принятому по боковым лепесткам антенны $T_0 = (1 - K_a) \eta$

Следовательно,

$$T_a = T K_a \eta + T_0 (1 - K_a) \eta + T_0 (\eta - 1).$$

Протяженные цели на границе раздела имеют контраст эквивалентных антенных температур, равный $\Delta T_a = \eta K_a \Delta T$. Для расчета контраста температуры точечных целей следует знать коэффициент заполнения луча антенны $K_{\text{л}}$, поэтому $\Delta T_a = K_{\text{л}} \eta K_a \Delta T$.

Заключение

Необходимо удлинять трассы полета и увеличивать площадь районов испытаний. Основное препятствие: ограничения дальности траекторных и телеметрических измерений; влияние подстилающей поверхности на уровень и

качество принимаемого сигнала от изделия во время полета.

Факторы, влияющие на дальность обнаружения:

- интерференция в точке приёма прямого и переотражённого от подстилающей поверхности лучей; рефракция радиоволн;

- затухание радиоволн в атмосфере.

Влияние интерференции проявляется в изменении дальности обнаружения и неустойчивом обнаружении из-за интерференционных замираний сигналов, отражённых от маловысотных целей.

Траектория должна содержать данные, относящиеся к испытываемым изделиям и не содержать ложных отметок и данных, относящихся к другим объектам.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Горелик А.Л., Эпштейн С.С. Об адаптивности информации в задачах распознавания объектов и явлений. – М. «Кибернетика», 1983. – С.85-88.

2. Данилюк А.С., Кипа О.В., Сазонов К.В. Методика анализа телеметрии на основе оценивания их потенциальной информативности / А.С. Данилюк, О.В.Кипа, К.В. Сазонов // Актуальные проблемы защиты и безопасности: труды XVII Всероссийской научно-практической конференции Т.4: ВМФ России.-СПб., 2014.-С.105-111.

3. Оптимальное правило остановки наблюдений способ достижения наивысшей вероятности обнаружения. Розов А.К., Сырцев А.Н., Кузина Н.В. [Электронный ресурс] / Режим доступа: [http:// cyberleninka.ru](http://cyberleninka.ru) »...-obnaruzheniya-signalov.

4. Принцип построения РЛС управления воздушным движением [Электронный ресурс] / Режим доступа: [http:// refeteka.ru](http://refeteka.ru) | -206191-3.html (дата обращения 22.08.2017 г.).

5. Присяжнюк С.П., Сазонов К.В. Потенциальная информативность как новая характеристика отражения материального объекта // Информация и космос. – 2006. №2 – С.100-105.

6. Степанов Д.И. Пути рационального формирования оптимального наряда полигонных измерительных комплексов в модели обоснования ресурсов для обеспечения испытательных работ в полигонном комплексе МО РФ / Д.И. Степанов // Научно-технический сборник войсковой части 09882. Инв. № 1/6218, 2005 г. С.7-11.

7. Rasanen J.J., Langbon G.G. Universal modeling and coding. // IEE Transaction on Information Theory. – Vol. IT-27. № 1, 1981,p.12-23.

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

ИССЛЕДОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВЕ ПРИ ВНЕСЕНИИ ЭФФЛЮЕНТА

Ильинский Андрей Валерьевич

кандидат с/х наук, доцент,

ФГБНУ «ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова»,

Меуцкерский филиал, г. Рязань

DOI: 10.31618/nas.2413-5291.2019.3.50.125

STUDY OF THE CONTENT OF HEAVY METALS IN THE SOIL WHEN APPLYING EFFLUENT

Ilinskiy Andrey

candidate of agricultural sciences, associate professor

Federal State Scientific Institution

«All-Russian research institute for hydraulic engineering and reclamation of A.N. Kostyakov»,

Meshchersky branch, Ryazan

Аннотация

Представлены результаты исследований по изучению содержания тяжелых металлов и микроэлементов в аллювиальной луговой среднесуглинистой почве при внесении различных доз эфлюента. Исследования показали, что на всех вариантах вегетационного эксперимента при использовании эфлюента в качестве мелиоранта для восстановления плодородия аллювиальной луговой среднесуглинистой почвы в дозах 5-20 т/га содержание валовых форм меди, цинка, свинца и кадмия, а также подвижного цинка не превысило установленных гигиенических нормативов. Особое внимание следует уделять изучению транслокации тяжелых металлов в сельскохозяйственные растения.

Abstract

The results of studies on the content of heavy metals and trace elements in alluvial meadow medium loamy soil with different doses of effluent are presented. Studies have shown that in all variants of the vegetation experiment when using effluent as a meliorant to restore the fertility of alluvial meadow medium loamy soil at doses of 5-20 t / ha, the content of gross forms of copper, zinc, lead and cadmium, as well as mobile zinc did not exceed the established hygienic standards. Particular attention should be paid to the study of translocation of heavy metals in agricultural plants.

Ключевые слова: аллювиальная почва, деградация; детоксикация; микроэлементы; тяжелые металлы; почва; реабилитация; сельское хозяйство; экологическая безопасность; эфлюент.

Keywords: alluvial soil, degradation; detoxification; trace elements; heavy metals; rehabilitation; agriculture; environmental safety; effluent.

Используемые в сельскохозяйственном производстве минеральные и органические удобрения являются одним из источников поступления микроэлементов и тяжелых металлов (ТМ) в агроландшафты [1, 12]. С одной стороны в удобрениях могут содержаться тяжелые металлы, способные потенциально загрязнять почву, с другой – удобрения, изменяя агрохимические свойства почвы, могут оказывать существенное влияние на подвижность ТМ в почве [7].

В литературе отмечается, что основными источниками поступления в пойменные почвы микроэлементов и тяжелых металлов являются паводковые седименты [8, 10]. По мнению К. Реуце, С. Кырстя [11], к почвенным факторам, значительно влияющим на подвижность ТМ, относятся: механический состав, реакция (рН) почвы, содержание органического вещества, катионнообменная способность и дренированность почвы.

При использовании эфлюента в качестве мелиоранта для восстановления плодородия деградированных сельскохозяйственных земель особое внимание следует уделять изучению

изменения содержания тяжелых металлов в почве и их транслокации в сельскохозяйственные растения. Цель исследований заключалась в изучении влияния различных доз внесения эфлюента на содержание тяжелых металлов (меди, цинка, свинца и кадмия) в почве. Методологической основой работы служил вегетационный опыт на аллювиальной луговой среднесуглинистой почве, отобранной в 2019 году в Рязанской области на стационарном участке пойменных мелиорированных земель АО «Московское», глубина взятия почвы 0-20 см.

Аллювиальная луговая среднесуглинистая почва отличалась следующими агрохимическими характеристиками: по кислотности нейтральная (величина pH_{KCl} 6,1); гидrolитическая кислотность составила 1,10 ммоль/100 г; сумма поглощенных оснований – 18,2 ммоль/100 г (повышенная); степень насыщенности почвы основаниями – 94,3 % (высокая); массовая доля органического вещества – 3,31 %; содержание обменного кальция – 25,76 ммоль/100 г (очень высокое); содержание общего азота в почве составило 0,19 %. Содержание валового калия в почве выше, чем

фосфора: фосфора – 0,2 %, калия – 3,93 %. При этом содержание подвижного фосфора составило 123 мг/кг (повышенное); содержание подвижного калия – 56 мг/кг (низкое). Содержание в почве валовых форм тяжелых металлов (меди, цинка, свинца и кадмия) не превышает установленных нормативов и распределено следующим образом: медь – 15,0 мг/кг (ОДК 132 мг/кг); цинк – 67,7 мг/кг (ОДК 220 мг/кг); свинец – 19,3 мг/кг (ОДК 130 мг/кг); кадмий – 0,33 мг/кг (ОДК 2,0 мг/кг) [4].

Для проведения исследований по изучению содержания ТМ в почве был использован эффлюент – органическое удобрение, полученное в результате метангенерации навоза, произведенный в биогазовой установке «БИОКОМ-100» [9]. Ранее проведенные химико-аналитические исследования испытуемого образца эффлюента [5, 6] и их сопоставление с параметрами стандарта [2] показали, что валовые формы микроэлементов и тяжелых металлов распределены следующим образом: свинец – 9,1 мг/кг (при норме не более 130,0 мг/кг); кадмий – 0,47 мг/кг (при норме не более 2,0 мг/кг); цинк – 87,4 мг/кг (при норме не более 220,0 мг/кг); медь – 59,6 мг/кг (при норме не более 132,0 мг/кг). Содержание подвижных форм обозначенных тяжелых металлов в образце эффлюента следующее: свинца – 0,58 мг/кг (при норме не более 6,0 мг/кг); меди – 1,60 мг/кг (при норме не более 3,0 мг/кг); цинка – 60,5 мг/кг (при норме не более 23 мг/кг). При сопоставлении содержания валовых и подвижных форм ТМ в эффлюенте, были установлены следующие особенности: концентрация подвижной меди в эффлюенте составила 2,7 % от её валового

содержания, цинка – 69,2 %, свинца – 6,4 %, никеля – 7,4 % соответственно.

Варианты закладки и выполнения вегетационного эксперимента следующие: 1) почва без внесения удобрений и мелиорантов (контроль); 2) почва с внесением эффлюента в дозе 5 т/га (Э 5,0 т/га); 3) почва с внесением эффлюента в дозе 10 т/га (Э 10,0 т/га); 4) почва с внесением эффлюента в дозе 20 т/га (Э 20,0 т/га). Нормы внесения мелиорантов приведены из расчета на сухое вещество. Минимальная доза внесения эффлюента и органоминерального мелиоранта на его основе для восстановления плодородия деградированных почв установлена с учетом рекомендаций, изложенных с ГОСТ 33380-2015 [2].

После внесения эффлюента почва тщательно перемешивалась, затем помещалась в вегетационные сосуды, где увлажнялась до 65 % ППВ с последующим посевом семян. В качестве тестовой культуры использована яровая зерновая (ячмень сорта «Кати», репродукции элита), продолжительность эксперимента 4 месяца. В конце вегетационного сезона был выполнен отбор почвенных образцов из вегетационных сосудов с целью определения ТМ в аккредитованной аналитической лаборатории ФГБУ «Станция агрохимической службы «Рязанская» с использованием стандартных методик определения (меди, цинка, свинца и кадмия в соответствии с ПНД Ф 16.1:2.2:2.3:3.36-02 и подвижной формы цинка в соответствии с РД 52.18.289-90).

Результаты исследования содержания тяжелых металлов в аллювиальной луговой среднесуглинистой почве при внесении различных доз эффлюента представлены в таблице 1.

Таблица 1

Влияние эффлюента на содержание тяжелых металлов в аллювиальной почве

Показатели	Единица измерения	Норматив содержания в почве	Номер варианта опыта			
			1	2	3	4
Свинец (вал. форм.)	мг/кг	130,0*	15,7	15,7	16,7	17,6
Кадмий (вал. форм.)	мг/кг	2,0*	0,59	0,60	0,64	0,64
Медь (вал. форм.)	мг/кг	132,0*	16,8	17,1	17,9	21,1
Цинк (вал. форм.)	мг/кг	220,0*	63,1	63,1	63,1	64,0
Цинк (подвижн. форм.)	мг/кг	23,0**	1,81	1,84	1,85	1,85

Примечание: * - ОДК содержания валовых форм тяжелых металлов для различных групп почв в соответствии с ГН 2.1.7.2042-06; ** - ПДК содержания подвижных форм поллютантов для почвы в соответствии с ГН 2.1.7.2041-06.

Анализ результатов химико-аналитических исследований содержания тяжелых металлов в аллювиальной луговой среднесуглинистой почве и их сопоставление с нормативными значениями показал, что на всех вариантах вегетационного эксперимента содержание валовых форм меди, цинка, свинца и кадмия, а также подвижного цинка не превысило установленных гигиенических нормативов. Наибольшее влияние отмечено при использовании эффлюента в дозе 20,0 т/га: увеличение содержания валовых форм меди составило 25,6 %, цинка – 1,4%, свинца – 12,1 %,

кадмия – 8,5 %, подвижной формы цинка – 2,2 % относительно контроля.

Таким образом, медь, цинк, свинец и кадмий при использовании эффлюента в обозначенных дозах в качестве мелиоранта для восстановления плодородия аллювиальной луговой среднесуглинистой почвы не представляют угрозы для человека. Особое внимание следует уделять изучению транслокации тяжелых металлов в сельскохозяйственные растения.

Список литературы

1. Безднина С.Я. Экологические основы водопользования. – М.: ВНИИА, 2005. – 224 с.
2. ГОСТ 33380-2015 Удобрения органические. Эффлюент. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2016. – 15 с.

3. Евтюхин В.Ф. Экологическое обоснование контроля и детоксикация агроценозов юга Центрального Нечерноземья, подверженных техногенному воздействию: диссертация доктора биологических наук: 03.02.08 – Экология и 06.01.04 – Агрохимия // ФГОУ «Российский государственный аграрный университет». – Балашиха, 2011. – 456 с.

4. Ильинский А.В., Нефедов А.В., Евсенкин К.Н. Обоснование необходимости повышения плодородия мелиорированных аллювиальных почв АО «Московское» // Мелиорация и водное хозяйство. – 2019. – № 5. – С. 44-48.

5. Ильинский А.В. Результаты применения эффлюента на деградированных аллювиальных почвах // Евразийский Союз Ученых (ЕСУ). Ежемесячный научный журнал. 2 часть. – 2019. – **11 (68)**. – С. 36-38.

6. Ильинский А.В. Содержание тяжелых металлов и мышьяка в эффлюенте // Национальная Ассоциация Ученых (НАУ). Ежемесячный научный журнал. 1 часть. – 2019. – **46**. – С. 28-30.

7. Методические рекомендации по мероприятиям для предотвращения и ликвидации загрязнения агроландшафтов тяжелыми металлами. М., ГНУ ВНИИГиМ Россельхозакадемии 2005. – 72 с.

8. Новосельцев В.Н., Бесфамильный И.Б., Кизяев Б.М., Райнин В.Е., Виноградова Г.Н. и др. Техногенное загрязнение речных экосистем. – М.: Научный мир, 2002. – 140 с.

9. Патент на изобретение 2536988, Российская Федерация, МПК С 02 F 09/14. Реактор анаэробной переработки биомассы, авторы: Попов Александр Ильин (RU), Щеклеин Сергей Евгеньевич (RU), Бурдин Игорь Анатольевич (RU), Горелый Константин Александрович (RU). Патентообладатель: Общество с ограниченной ответственностью «Центр новых энергетических технологий» (ООО «ЦНЭТ») (RU), Общество с ограниченной ответственностью «Гильдия М» (ООО «Гильдия М») (RU). – № 2013107920/05; заявл. 21.02.13; опубл. 27.12.14, Бюл. № 36. – 8 с. : ил.

10. Райнин В.Е., Пыленок П.И., Яшин В.М., Халамцева И.А., Фризе К., Рупп Х., Крюгер Ф. Влияние паводков на загрязнение пойм рек Оки и Эльбы // Мелиорация и водное хозяйство. – 1999. – **№ 5**. – С. 42.

11. Реуце К., Кырстя С. Борьба с загрязнением почвы. – М.: Агропромиздат, 1986. – 221 с.

12. Тяжелые металлы в системе почва-растение-удобрение / под общ. ред. М.М. Овчаренко. – М.: 1997. – 289 с.

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ИСТОЧНИКИ ХОЗЯЙСТВЕННО ЦЕННЫХ ПРИЗНАКОВ ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ ПРЕДГОРНОЙ ЗОНЫ ЦЕНТРАЛЬНОГО КАВКАЗА

***Манукян Ирина Рафиковна**
кандидат биологических наук, доцент,
Басиева Мадина Ахсарбековна
кандидат сельскохозяйственных наук,
Мирошникова Елена Сергеевна
кандидат сельскохозяйственных наук,
Абиева Тамара Сидоровна
кандидат биологических наук*
*Северо-Кавказский научно-исследовательский институт горного и предгорного сельского хозяйства – филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального научного центра «Владикавказский научный центр Российской академии наук»
г. Владикавказ*

GENETIC SOURCES OF ECONOMICALLY VALUABLE TRAITS FOR SELECTION OF WINTER WHEAT IN CONDITIONS OF THE FOOTHILLS ZONE OF THE CENTRAL CAUCASUS

***Manukyan Irina Rafikovna**
Candidate of Biological Sciences, associate professor,
Basieva Madina Akhsarbekovna
Candidate of Agricultural Sciences,
Miroshnikova Elena Sergeevna
Candidate of Agricultural Sciences,
Abieva Tamara Sidorovna
Candidate of biological sciences*
*North Caucasian Research Institute of Mountain and Piedmont Agriculture – the Affiliate of Vladikavkaz Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences,
Vladikavkaz*

Аннотация

В статье представлены результаты исследований 73 образцов озимой пшеницы различного эколого-географического происхождения из мировой коллекции ВИР, а также сортов других научно-

исследовательских учреждений. Основными аспектами изучения являлись: устойчивость к болезням, полеганию, высокая продуктивность и др. В результате комплексной оценки коллекции озимой пшеницы получен перспективный исходный материал, из различных эколого-географических регионов, выделены генетические источники биологических и хозяйственно ценных признаков для селекции на продуктивность и устойчивость к болезням.

Abstract

The article presents the results of studies of 73 samples of winter wheat of various ecological and geographical origin from the world collection of VIR, as well as varieties of other research institutions. The main aspects of the study were: disease resistance, lodging, high productivity, etc. As a result of a comprehensive assessment of the winter wheat collection, promising source material was obtained from various ecological and geographical regions, genetic sources of biological and economically valuable traits were selected for selection for productivity and resistance to diseases.

Ключевые слова: селекция; озимая пшеница; исходный материал; продуктивность; устойчивость к болезням.

Key words: selection; winter wheat; raw material; productivity; disease resistance.

Селекция высокопродуктивных и высококачественных сортов озимых зерновых культур является приоритетным направлением, обеспечивающим устойчивое развитие агропромышленного комплекса России. Перед селекционерами всегда стояла сложная задача – повышая урожайность сорта сочетать ее с адаптивностью к различным почвенно-климатическим условиям региона и различного рода стрессам [1, с. 134; 8, с. 16].

Адаптированным сортам отводится решающая роль при эффективном использовании природных и техногенных ресурсов в обеспечении энергосбережения и рентабельности. Целенаправленный подбор и создание исходного селекционного материала лежит в основе адаптивной селекции [5, с. 150]. Селекционная работа должна быть направлена на адресную адаптацию к конкретным агроэкологическим условиям, с тем, чтобы создаваемые сорта могли максимально реализовать свой генетический потенциал [4, с. 10].

Устойчивое развитие производства зерна озимых зерновых культур базируется на сортах, адаптированных к особенностям почвенно-климатических условий и фитосанитарной ситуации региона [7, с. 20].

Особенностями условий возделывания озимой пшеницы в лесостепной предгорной зоне Центрального Кавказа являются: избыточное увлажнение в период колосения и формирования зерна (май-июнь), преобладание севооборотов с короткой ротацией и повторными посевами кукурузы, высокий естественный фон развития фузариоза колоса, септориоза и др. [6, с. 45].

Сложившиеся условия среды обуславливают главные параметры модели адаптированных сортов, сочетающих большое количество признаков, среди которых главными и наиболее ценными являются: высокая продуктивность, качество получаемого зерна, устойчивость к полеганию и комплексу фитопатогенов и, прежде всего, к фузариозу колоса [2, с. 49].

В связи с этим, всестороннее изучение и оценка исходного материала озимой мягкой пшеницы по основным хозяйственно-ценным признакам в условиях лесостепной зоны

Центрального Кавказа является актуальной и перспективной.

Исследования проводились на стационарном опытном поле СКНИИГПСХ ВЦ РАН в предгорной зоне Центрального Кавказа, предшественник – картофель. В опыт были включены 73 коллекционных сортообразца озимой пшеницы различного эколого-географического происхождения из мировой коллекции ВИР, а также сорта других научно-исследовательских учреждений: доля сортообразцов из Украины составила 42,5 %, Словении – 25 %, России и США – 8,0 %, Германии – 5,0 %, Франции – 2,0 %, а также Австрии, Венгрии, Китая, Румынии. Озимая пшеница была представлена разновидностями: лютеценс, эритроспермум, ферругенеум. В течение вегетации проводили фенологические наблюдения согласно методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [12, с. 30], оценивали устойчивость к болезням. Уборка снопов осуществлялась вручную. В лабораторных условиях проводили структурный анализ продуктивности [3, с. 54].

Успешное решение современных селекционных задач определяется уровнем изученности исходного материала. Особое значение имеют сортообразцы, обладающие биологически полезными и хозяйственно ценными признаками. Они определяют эффективность всего селекционного процесса. Известно, что продуктивность сортов широко варьирует в зависимости от погодных условий, технологии возделывания, предшественника, степени поражения болезнями и других факторов, но при этом существуют корреляционные связи (положительные, либо отрицательные) между урожайностью и элементами продуктивности. Например, положительная корреляционная связь отмечена между массой зерна с колоса и числом зерен, между урожайностью, массой 1000 зерен, длиной колоса и его озерненностью [9, с. 65; 11, с. 41].

В связи с этим оценка исходного селекционного материала по главным элементам продуктивности и устойчивости к болезням является решающим фактором при использовании их в селекционных программах.

По результатам фенологических наблюдений, учета болезней и элементов продуктивности выделены различные сортообразцы озимой пшеницы, обладающие селекционно-ценными признаками.

Устойчивость к септориозу в период колошения – созревания показали образцы: Al'yans, Gordovyta, Lazurnaya, Khmel'nychanka, Blago, Zluka, Spasovka, Golubka odesskaya, Areal, Genoveva, Veldava, Venistar, Zerda, Solara, Alauda, Hermes, PGMAR 1542, Livius, Coker 9227, Ringo Star, Testo.

Первые признаки фузариоза колоса были отмечены в конце цветения. Поражаются этим заболеванием практически все сортообразцы, но по степени поражения есть различия. Выделены 34 сортообразца с количеством поражённых зерен до 5 % в том числе: 11 образцов из Украины, 10 – Словении, 3 – Германии, 3 – США, 1 – Венгрии, 1 – Китая, 1 – Австрии и 4 – России. К ним относятся: Vatazhok, Hermes, Alauda, Ringo Star, Poveleya, Stanislava, Coker 9227, Malyska, Markola, Blago, Zluka, Genoveva, Alacris, Zlatoglavaya, Livius, Sumai aut, Areal, KS 90WGRC 1, Kuma, Sharada, Dea, Bat'ko, Shchedraya niva, Lazurnaya, Areal Yubileyniy, IS Karpatia, KS 8018-7-2, Ritter, Transilvania, Zerda, Venistar, Malvina, Lebidka odesskaya, Knyaginya Ol'ga. Среди них с количеством фузариозных зерен до 1 % были: Shchedraya niva (Украина), Ringo Star (Венгрия), Sumai aut (Китай), KS 8018-7-2 (США) (табл. 1).

Главным критерием эффективности любой селекционной работы является высокая продуктивность сортов, поэтому в качестве исходного материала следует использовать образцы, способные формировать в конкретных почвенно-климатических условиях высокую массу зерна с колоса, массу 1000 зерен и другие показатели продуктивности [10, с. 47].

Масса 1000 зерен характеризует количество веществ, содержащихся в зерне, этот показатель тесно связан с крупностью зерна. Масса 1000 зерен зависит от погодных условий в период от колошения до восковой спелости.

Как правило, образцы, характеризующиеся большим числом крупных зерен в колосе, отличаются и повышенной продуктивностью.

По показателю масса 1000 зерен выделены 34 образца озимой пшеницы, в том числе: из Украины – 16, Словении – 9, Германии – 4, Франции – 1, Австрии – 1, России – 3. К ним относятся: Genoveva, Verita, Sharlota, Ritter, Blago, Bona Dea, Zluka, Markola, IS Karpatia, Gordovyta, Hermes, Charodeyka, Malyska, Al'yans, PG MAR 1543, Malvina, Alauda, Livius, Alacris, Antonina, Dea, Bat'ko, Shchedraya niva, Limarivna, Areal Yubileyniy, Gestiya, Golubka odesskaya, Testo, Knyaginya Ol'ga, Lebidka odesskaya, Poveleya, List 25, Solokha, Zira. Некоторые украинские сортообразцы (Gordovyta, Poveleya), из Словении (Genoveva) сформировали зерно с массой 1000 зерен 45,0 г.

Таблица 1

Источники селекционно-ценных признаков озимой пшеницы

Признак	Источник
Число зерен в колосе, шт. (> 38 шт.)	Shchedraya niva, Zluka, Blago, Areal Yubileyniy, Zorepad, Evklid, Areal, Zdobutok, Poveleya, Alacris, Bona Dea, Genoveva, Malvina, Malyska, Verita, Astella, IS Karpatia, Stanislava, Hermes, PG MAR 1543, Dea, Zira, Sharlota, Vanda, Veldava, Verita, Zerda, Solara, Alauda, F 228 H 1-3, Ringo Star, Testo, Sumai aut, Kuma, Antonina
Высота растений (90-105 см)	Shchedraya niva, Charodeyka, Lazurnaya, Chigirinka, Khmel'nychanka, Limarivna, Zluka, Spasovka, Blago, Komertsiyna, Pilipovka, Nebokray, Vatazhok, Zorepad, Golubka odesskaya, Lebidka odesskaya, Lastivka odes'ka, Zdobutok, Zlatoglavaya, Evklid, Areal, Alacris, Astella, Bona Dea, Ignis, IS Karpatia, Malyska, Markola, Stanislava, Sharlota, Vanda, Veldava, Venistar, Verita, Viador, Zerda, Kuma, Sharada, Bat'ko, Antonina
Масса зерна с колоса (>1,5 г)	Areal, Gordovyta, Shchedraya niva, Sharlota, Ringo Star, Verita, Astella, Solara, Bona Dea, Zluka, Markola, Hermes, Malyska, F 228 H 1-3, Poveleya, Malvina, Areal Yubileyniy, Alacris, Alauda, Testo, Vanda, Antonina, Zira
Масса 1000 зерен (>35,0г)	Genoveva, Verita, Sharlota, Ritter, Blago, Bona Dea, Zluka, Markola, IS Karpatia, Gordovyta, Hermes, Charodeyka, Malyska, Al'yans, PG MAR 1543, Malvina, Alauda, Livius, Alacris, Antonina, Dea, Bat'ko, Shchedraya niva, Limarivna, Areal Yubileyniy, Gestiya, Golubka odesskaya, Testo, Knyaginya Ol'ga, Lebidka odesskaya, Poveleya, List 25, Solokha, Zira
Устойчивость к фузариозу колоса (до 5 % больших зерен)	Vatazhok, Hermes, Alauda, Ringo Star, Poveleya, Stanislava, Coker 9227, Malyska, Markola, Blago, Zluka, Genoveva, Alacris, Zlatoglavaya, Livius, Sumai aut, Areal, KS 90WGRC 1, Kuma, Sharada, Dea, Bat'ko, Shchedraya niva, Lazurnaya, Areal Yubileyniy, IS Karpatia, KS 8018-7-2, Ritter, Transilvania, Zerda, Venistar, Malvina, Lebidka odesskaya, Knyaginya Ol'ga

По показателю массы зерна с 1 колоса больше 1,5 г выделены 24 сортообразца: Areal, Gordovyta, Shchedraya niva, Sharlota, Ringo Star, Verita, Astella,

Solara, Bona Dea, Zluka, Markola, Hermes, Malyska, F 228 H 1-3, Poveleya, Malvina, Areal Yubileyniy, Alacris, Alauda, Testo, Vanda, Antonina, Zira. Из

Словении – 10, Германии – 2, Румынии – 1, Венгрии – 2, Франции – 1, Украины – 7, России – 1. Вес зерна с колоса около 2,0 г имели образцы: Solara (Словения), Hermes (Германия).

Важным селекционным признаком, связанным с продуктивностью растения, является озерненность колоса.

Озерненность колоса больше 38 штук зерен имели 35 образцов: Shchedraya niva, Zluka, Blago, Areal Yubileyniy, Zorepad, Evklid, Areal, Zdobutok, Povelija, Alacris, Bona Dea, Genoveva, Malvina, Malyska, Verita, Astella, IS Karpatia, Stanislava, Hermes, PG MAR 1543, Dea, Zira, Sharlota, Vanda, Veldava, Verita, Zerda, Solara, Alauda, F 228 H 1-3, Ringo Star, Testo, Sumai aut, Kuma, Antonina. Среди выделенных образцов из Украины – 13, Словении – 12, Германии – 3, Венгрии – 1, Франции – 1, Румынии – 1, России – 3, Китая – 1. Число зерен больше 50 шт. отмечено у образцов из Китая (Sumai aut – 51 шт.), Румынии (Ringo Star – 52 шт.), Словении (Solara – 54 шт., Vanda – 55 шт.).

Были изучены количественные признаки продуктивности различных сортообразцов озимой пшеницы, сформированные в условиях почвенно-климатических условий лесостепной зоны Центрального Кавказа. Эти признаки определяются полимерными генами и характеризуются широким спектром изменчивости под влиянием условий среды. В условиях лесостепной и предгорной зон Центрального Кавказа продуктивность и качество зерна напрямую зависит от устойчивости сорта к фузариозу колоса. Среди изучаемых сортообразцов 46,5 % показали среднюю устойчивость к этому заболеванию, в том числе 32,3 % украинских сорта, 29,4 % – из Словении, 11,8 % – из России, 8,8 % – из США и Германии. Высокую устойчивость имели 4 сортообразца или 5,5 % от общего количества изучаемых сортов: Shchedraya niva (Украина), Ringo Star (Венгрия), Sumai aut (Китай), KS 8018-7-2 (США). Особую ценность представляют сортообразцы, сочетающие высокую зерновую продуктивность с другими хозяйственно ценными признаками. К таким сортообразцам можно отнести: Genoveva (Словения), Blago (Украина), Zluka, Shchedraya niva (Украина), Alauda (Германия), Alacris (Словения), Hermes (Германия), IS Karpatia (Словения), Sharlota (Словения), Zerda (Словения), Solara (Словения), Ringo Star (Венгрия).

Таким образом, по результатам исследований сортообразцов озимой пшеницы коллекции ВИР им. Н.И. Вавилова выделены генотипы, обладающие селекционно-ценными признаками, которые могут быть использованы в качестве исходного материала для селекции этой культуры в условиях предгорной зоны Северного Кавказа.

Список литературы

1. Беспалова Л.А. Результаты и перспективы селекции пшеницы и сортовая политика // Совершенствование системы земледелия в различных агроландшафтах Краснодарского края. – Краснодар, 2004. – С. 134-136.
2. Гончаренко А.А. Об адаптивности и экологической устойчивости сортов зерновых культур // Вестник РАСХН. – 2005. – № 6. – С. 49-53.
3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
4. Жученко А.А. Роль адаптивной системы селекции в растениеводстве XXI века // Коммерческие сорта полевых культур Российской Федерации. – М.: ИКАР, 2003. – С. 10-15.
5. Калинин И.Г. Селекция озимой пшеницы. – М.: Родник, 1995. – 200 с.
6. Ковтун В.И., Самохвалова Н.Е. Селекция озимой мягкой пшеницы на Юге России. – Ростов-на-Дону, 2006. – 480 с.
7. Манукян И.Р., Басиева М.А., Мирошникова Е.С., Абиев В.Б. Оценка экологической пластичности сортов озимой пшеницы в условиях предгорной зоны Центрального Кавказа // Аграрный вестник Урала. – 2019. – № 4 (183). – С. 20-26.
8. Манукян И.Р., Басиева М.А., Мирошникова Е.С., Абиев В.Б. Оценка адаптивности генотипов озимой пшеницы к засушливым условиям предгорной зоны Центрального Кавказа // Аграрный вестник Урала. – 2019. – № 5 (184). – С. 16-22.
9. Манукян И.Р., Басиева М.А., Мирошникова Е.С. Комплексная оценка селекционного материала озимой пшеницы на продуктивность и адаптивность // Вестник АПК Ставрополя. – 2019. – № 2 (34). – С. 65-69.
10. Манукян И.Р., Басиева М.А., Мирошникова Е.С., Абиев В.Б. Использование нового индекса продуктивности растений для оценки селекционного материала озимой пшеницы // Нива Поволжья. – 2019. – № 2(51). – С. 47-52.
11. Манукян И.Р., Басиева М.А., Мирошникова Е.С. Использование селекционных индексов в комплексной оценке озимой пшеницы на продуктивность // Академическая наука и инновационные технологии в современном обществе: Материалы II Международной научно-практической конференции (Уфа 10-11 июня 2019). – 2019. – № 7(39). – С. 41-44.
12. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – М: Колос, 1971. – 219 с.

УДК:57.086.83

БИОПРЕПАРАТ ДЛЯ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ ОТ ВРЕДНЫХ НАСЕКОМЫХ.**Мустафакулова Ф.А.***Ассистентка кафедры «Защита растений и сельскохозяйственная фитопатология»**Андижанский филиал Ташкентского**Государственного аграрного университета.**Андижан, Узбекистан***Мирзаабдуллаева С.Н.***Студентка факультета «Защита растений и агрохимии»*DOI: [10.31618/nas.2413-5291.2019.3.50.118](https://doi.org/10.31618/nas.2413-5291.2019.3.50.118)**BIOLOGICAL PREPARATION FOR PROTECTION OF PLANTS FROM HARMFUL INSECTS.****Mustafakulova F.A.***Independent researcher**of the Andijan branch of Tashkent State**Agrarian University**the department "Plant Protection and**agricultural phytopathology "**Uzbekistan, Andijan.***Mirzaabdullaeva S.N.***Student of the faculty "Plant Protection and Agricultural Chemistry"***Аннотация**

В статье рассказано, о том что *B. thuringiensis*, составляет основу современной промышленности по производству бактериальных инсектицидов. *B. thuringiensis* объединяет разновидности спорообразующих бактерий, вырабатывающих особые энтомоцидные токсины, обладающие высокой активностью по отношению к насекомым.

Abstract

The article says that *V. thuringiensis*, forms the basis of the modern industry for the production of bacterial insecticides. *B. thuringiensis* combines varieties of spore-forming bacteria that produce specific entomocidal toxins, which are highly active against insects.

Ключевые слова: Насекомые, вредители, промышленность, бактерия, токсин, биопрепарат.

Keywords: Insects, pests, industry, bacteria, toxin, biological product.

Наибольшее практическое значение в деле организации борьбы с насекомыми-вредителями как выше было сказано имеет бактерия: *B. thuringiensis*, она составляет основу современной промышленности по производству бактериальных инсектицидов. *B. thuringiensis* объединяет разновидности спорообразующих бактерий, вырабатывающих особые энтомоцидные токсины, обладающие высокой активностью по отношению к насекомым. Эти токсины могут быть двух видов: кристалловидный и растворимый [1,1].

В нашей стране и за рубежом из *B. thuringiensis* в промышленных масштабах изготавливают ряд препаратов, предназначенных для борьбы с вредными насекомыми. Из зарубежных препаратов известны: биотрол, турицид, агритрол, бактан, дипел, бактоспейн[2, 41].

Микробиологические инсектициды на основе споро-кристаллических комплексов (Bt) применяются в качестве экологически безопасных средств борьбы с вредителями сельскохозяйственных культур.

В США инсектициды на основе *B. thuringiensis* производятся компанией «Сельскохозяйственные продукты Монсанто» (Monsanto). Agricultural Products»).

Фермеры в течение двадцати лет используют эти препараты для защиты таких культур, как капуста, хлопчатник, бобы, картофель. В России созданы, применяются или проходят испытание следующие препараты: битоксибациллин, лепидоцид [4, 41].

Бактериальные инсектициды обычно выпускаются в виде порошка. Это удобная для транспортировки, хранения и использования форма. Против ряда вредителей, применяются гранулированные и инкапсулированные формы бактериальных препаратов. Так, например, для борьбы с кукурузным мотыльком успешно используются препараты, в гранулах с кукурузной мукой [1,1].

В нашей стране дендробациллин, энтобактерин, инсектин, гомелин, битоксибациллин используют в смеси с хлорофосом, золоном, фосфамидом, севином, бензофосфатом, фозолоном, метатионом, метафосом, полидофеном, рогором, карбофосом против непарного и кольчатого шелкопрядов, яблонной и капустной молей, плодовой, боярышниковой и розанной листоверток, хлопковых и капустных совок, боярышницы, шелкопряда-монашенки, комплекса пядениц, дубовой листовертки, лугового мотылька,

красногрудой пиявцы, бересклетовой и японской восковой ложнощитовки, шишковской огневки [2,56].

Химические добавки в ряде случаев повышают эффективность биопрепаратов на 20—30% или не изменяют ее. Причины отсутствия эффекта при добавлении к биопрепаратам ядохимикатов еще не выяснены, однако в целом ряде случаев отмечено отрицательное влияние химических добавок на жизнеспособность спор *V. thuringiensis* (в случае фосфорорганических инсектицидов, алдрина, гепта-хлора). Вместе с тем ряд препаратов оказался совместимым с бактериями. Эти препараты могут быть рекомендованы к использованию при осуществлении интегрированной защиты растений от вредных насекомых (ортен, дилокс, ланнот, цетран, димелин) [3,89].

Этот метод - наиболее эффективный элемент, позволяющий сохранить окружающую среду от загрязнения ядохимикатами и повысить урожайность растений. Проведённые исследования дают основания считать, что биологический препарат бактериального происхождения, а также его продуценты могут использоваться в борьбе против насекомых [3,95].

УДК: 636.5.085/087.7

ВЛИЯНИЕ МУКИ ИЗ ЛИЧИНОК МУХ *LUCILIA CAESAR* НА МЯСНУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ МЯСА ИНДЕЕК КРОССА BIG-6

Романенко Евгения Александровна,
заместитель директора

Центральная научно-методическая ветеринарная лаборатория,
г. Москва

Истомин Алексей Игоревич,
руководитель ООО «Новые Биотехнологии»,
г. Липецк

INFLUENCE OF FLY LARVAE MEAL *LUCILIA CAESAR* TO THE PRODUCTIVITY AND QUALITY INDICATORS OF TURKEY MEAT OF CROSS BIG-6

Romanenko Evgenia Alexandrovna,
alternate director

Central scientific and methodical veterinary laboratory,
Moscow

Istomin Alexey Igorevich,
head of LLC «New Biotechnology»,
Lipetsk

Аннотация

Индейководство – экономически выгодная отрасль животноводства, получившая свое распространение из-за высокой рентабельности при небольшом количестве затрат. Мясо индейки содержит большое количество железа и протеина, отличается низким содержанием жировой ткани, в том числе холестерина.

Обеспечение индек в процессе откорма белком высокого качества, особенно в первые четыре недели выращивания остается серьезной проблемой.

Использование муки из личинок мух в кормлении сельскохозяйственных животных и птиц, новое направление, которое получает все большее распространение среди ведущих мировых производителей. Мировой опыт в технологии использования биомассы насекомых в сельском хозяйстве испытывает период бурного роста. В Российской Федерации – пока на этапе становления. При этом следует отметить, что

Литература

1. Хужамшукуров Н.А. Производство микробиологических препаратов для защиты растений: проблема и перспектива (обзор) // Химия и химическая технология. — № 3 (33). — 2011. — С. 66-75.

2. «Биотехнология: учебное пособие» Коростелева Н.И. и другие Издательство «АГАУ» Барнаул-2006.

3. «Микроорганизмы и плодородие». Ж.Войнова-Райкова, В.Ранков, Г.Ампова. Издательство «Агропропиздат» Москва-1986 год.

4. Выживаемость фитопатогенных бактерий в природе. И.В.Воронкевич. Из-во «Наука» Москва-1974г.

Сведения об автора

1. Мустафакулова Феруза Абдувахобовна соискатель Андижанского филиала Ташкентского государственного Аграрного Университета.

Information about author

1. Mustafakulova Feruza Abduvakhobovna a competitor from the Andijan branch of the Tashkent State Agrarian University.

Направление (секция): Биологическая секция (Сельскохозяйственная секция)

Название доклада (статьи): Биопрепарат для защиты растений от вредных насекомых.

фундаментальные исследования по данной проблеме начали проводиться именно в нашей стране в середине прошлого столетия такими учеными, как Гудилин И.И., Эрнст Л.К., Коромыслов Г.Ф. и др.

Исследование личинок мух популяции *Lucilia Caesar*, как источника альтернативного белка, является перспективным направлением, которым в России занимается ООО «Новые Биотехнологии» по проекту, аккредитованному в инновационном центре Сколково.

В данной статье рассмотрены перспективы использования муки из насекомых в кормлении индеек кросса BIG-6. В эксперименте доказана возможность эффективного введения в состав рациона для индюшат на откорме 5,0 и 7,5 % муки из личинок мух популяции *Lucilia Caesar*. Использование белково-липидного концентрата (БЛК) в рационах индюшат позволяет увеличить предубойную массу самок в возрасте 17-ти недель на 780 и 1130 г, самцов – на 940 и 1320 г, убойный выход потрошенных тушек – на 3,36 и 3,77 %, самцов – 3,48 и 4,04 %, выход грудных мышц самок – на 1,43 и 1,93 %, самцов – на 1,93 и 2,06% по сравнению с контролем. Установлено улучшение химического состава образцов мяса опытных групп под воздействием изучаемой добавки. Увеличено содержание белка – на 0,2 и 0,3 %, золы – на 0,05 и 0,07 %, а содержание жира снизилось – на 4,3 и 5,04 %.

Abstract

Turkey breeding is a cost-effective livestock industry, which has become widespread due to its high profitability with a small amount of costs. Turkey meat contains a large amount of iron and protein, has a low content of adipose tissue, including cholesterol.

Providing turkeys during fattening with high quality protein, especially in the first four weeks of cultivation, remains a serious problem.

The use of flour from larvae of flies in the feeding of farm animals and birds is a new direction, which is becoming more widespread among leading world producers. World experience in the technology of using insect biomass in agriculture is experiencing a period of rapid growth. In the Russian Federation, it is still in its infancy. It should be noted that fundamental research on this problem began to be carried out in our country in the middle of the last century by such scientists as Gudilin I.I., Ernst L.K., Koromyslov G.F. and etc.

The study of larvae of flies of the *Lucilia Caesar* population, as a source of alternative protein, is a promising area that LLC «New Biotechnologies» is engaged in in Russia under a project accredited to the Skolkovo Innovation Center.

This article discusses the prospects of using insect flour in the feeding of BIG-6 cross-country turkeys. In the experiment, the possibility of effective introduction of 5.0 and 7.5% flour from larvae of flies of the *Lucilia Caesar* population into the composition of the diet for turkey poults was proved. The use of protein-lipid concentrate (BLA) in turkey rations allows increasing the slaughter mass of females at the age of 17 weeks by 780 and 1130 g, males by 940 and 1320 g, slaughter yield of gutted carcasses by 3.36 and 3.77%, males - 3.48 and 4.04%, the output of the pectoral muscles of females - by 1.43 and 1.93%, males - by 1.93 and 2.06% compared with the control. The improvement of the chemical composition of the meat samples of the experimental groups under the influence of the studied additive was established. The protein content was increased by 0.2 and 0.3%, ash - by 0.05 and 0.07%, and the fat content decreased - by 4.3 and 5.04%.

Ключевые слова: мука личинок мух, индейка, кормовая добавка, источник протеина, мясная продуктивность

Keywords: fly larvae meal, turkey, feed additives, protein source, meat productivity

Интенсивное развитие птицеводства, по-прежнему является важной задачей – цель которой, создать экономическую базу для продовольственной безопасности страны. В этой связи развитию индейководства уделяется огромное внимание. Несмотря на стремительный темп прироста за последнее десятилетие, производство мяса индейки находится на достаточно низком уровне. В 2018 году произведено 269 тыс. тонн, что составляет 6,35% от общего объема производства мяса птицы в Российской Федерации и 3,6% от мирового производства мяса индейки. По данным Минсельхоза и Росптицесоюза, в 2020 году объем производства мяса индейки увеличится до 400-417 тыс. тонн. Федеральной научно-технической программой развития сельского хозяйства до 2025 года предусмотрено довести уровень производства мяса индейки до 600 тыс. тонн за счет строительства новых репродукторов, обеспечивающих инкубационными яйцами и стабильным родительским поголовьем

производителей мяса индейки. Довести уровень потребления индюшатины до 4,0 кг на человека в год [1,5]. Для решения задач государственного масштаба и конкурентоспособности производства мяса индеек отечественных производителей необходимо обеспечить сбалансированное кормление, с учетом высвобождения из структуры рациона дорогостоящих ингредиентов, таких как рыбная, мясокостная и соевая мука [2,6,8,10,11]. Дефицит белка в мире является общеизвестной проблемой и замена белка животного и растительного происхождения в рационах сельскохозяйственной птицы, в том числе индеек, мукой из личинок мух *Lucilia Caesar*, является инновационной [4,7,9].

Липецкое ООО «Новые Биотехнологии», производящее кормовой белок из личинок мух популяции *Lucilia Caesar* по проекту, аккредитованному в инновационном центре Сколково, запустило свое производство после глобальной реконструкции.

Изучение эффективности использования муки из личинок мух в качестве добавки в корм проводилось на бычках крупного рогатого скота, свиньях, цыплятах-бройлерах, рыбах и домашних животных. Белково-липидный концентрат (БЛК) на основе личинок мух в рационах индеек и его влияние на их мясную продуктивность проводится впервые.

Экспериментальные исследования проведены в условиях ЗАО «Краснобор» Тульской области. Объектом исследований служили индюшата кросса BIG-6. В качестве испытуемой добавки в структуре рациона использовали муку из личинок мух *Lucilia Caesar* (белково-липидный концентрат, БЛК), питательная ценность которого, в сравнительном аспекте представлена в таблице 1.

Таблица 1

Химический состав и питательная ценность источников животного белка

Показатели	БЛК (Россия)	Рыбная мука (Марокко)	Мясокостная мука (Германия)
Массовая доля, %			
влаги	5,00	8,00	8,00
протеина	52,04	67,74	56,10
жира	30,50	8,50	10,30
зола	5,80	15,70	21,42
Обменная энергия, МДж/кг	15,20	12,30	11,50
Кормовые единицы, к.ед/кг	1,57	1,00	0,80
Переваримый протеин, %	95,00	92,00	70,00
Аргинин	5,302	3,62	4,62
Лизин	6,022	5,65	2,93
Тиразин	5,973	1,94	1,27
Финилаланин	4,899	2,36	1,78
Гистидин	2,964	1,98	1,27
Лейцин+изолейцин	9,252	6,81	4,94
Метионин	2,025	2,30	0,91
Валин	4,066	2,99	2,27
Пролин	3,848	2,59	4,15
Треонин	3,762	4,60	1,78
Серин	5,501	2,42	2,12
Аланин	3,583	3,92	3,76
Глицин	3,497	3,96	5,32
Триптофан	1,084	0,71	0,52

Для опыта были сформированы три группы индюшат по 20 голов в каждой (10 самок и 10 самцов). Контрольная группа получала общехозяйственный рацион (ОР). Опытные группы, получали белково-липидный концентрат (БЛК): I опытная – 5%, II опытная – 7,5% по массе комбикорма. Продолжительность откорма 17 недель. В конце откорма, после 15-ти часовой голодной выдержки, провели контрольный убой птиц по 6 голов из каждой группы (3 самки и 3 самца).

Мясную продуктивность определяли согласно ГОСТа 31473-2012 «Мясо индеек (тушки и их части)». Лабораторные исследования БЛК и химического состава мяса индеек были проведены в условиях ФГБУ Центральная научно-

методическая ветеринарная лаборатория (Москва) и НИИ Прикладной ветеринарной медицины и биотехнологии (Витебск).

Полученные данные обработаны методом вариационной статистики с использованием компьютерных программ «Microsoft office», с вычислением коэффициентов вариации и определением критерия достоверности разницы по Стьюденту-Фишеру при трех уровнях вероятности. Пороги статистически достоверных различий: * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$.

Анализ убоя и потрошения тушек подопытных индюшат показал высокую эффективность изучаемой кормовой добавки на мясную продуктивность как индеек, так и индюков (таблица 2).

Таблица 2

Мясная продуктивность				
Показатели	Пол птиц	Контрольная	I опытная	II опытная
Предубойная масса, г	самки	9720±76,47	10500±83,89**	10850±91,15***
	самцы	15490±103,18	16430±108,65**	16810±123,16**
Масса потрошенной тушки, г	самки	7608±79,15	8571±92,15**	8901±107,29***
	самцы	12254±117,65	13570±121,19**	13978±126,55***
Убойный выход, %	самки	78,27	81,63	82,04
	самцы	79,11	82,59	83,15
Масса грудных мышц, г	самки	2259±24,89	2667±29,49***	2815±34,28***
	самцы	3572±27,31	4218±31,84***	4363±54,15***
Выход грудных мышц, %	самки	29,69	31,12	31,62
	самцы	29,15	31,08	31,21
Масса бедренных мышц, г	самки	950±17,95	1123±12,43***	1177±15,67***
	самцы	1441±15,12	1634±13,62***	1743±21,16***
Выход бедренных мышц, %	самки	12,48	13,10	13,22
	самцы	11,76	12,02	12,47

Масса потрошенной тушки самок опытных групп превышала аналогичный показатель сверстниц из контрольной группы – на 963 и 1293 г, или 12,68 (P<0,01) и 16,99 % (P<0,001), самцов – на 1316 и 1724 г, или на 10,74 (P<0,01) и 14,07 (P<0,001) соответственно. В результате чего убойный выход потрошенной тушки в опытных группах превысил контрольную группу: самок – на 3,36 и 3,77 %, самцов – на 3,48 и 4,08 %.

Потрошенную тушку оценивали по упитанности (I и II сорт). Основное внимание при определении сорта птицы обращают на развитие грудной мышцы. В опытных группах тушек I-го сорта оказалось: у самок – 54,8 и 55,9%, у самцов – 56,9 и 57,3% соответственно. Разница по массе грудных мышц, как одного из показателей мясной продуктивности птиц, оказалась, независимо от половой принадлежности в пользу опытных групп. Так, у самок I опытной группы превышение составило – 408 и 556 г, или 18,06 (P<0,001) и 24,61 % (P<0,001) соответственно. У самцов I опытной группы превышение составило – 646, II опытной – 791 г, или 18,09 (P<0,001) и 22,14 % (P<0,001) соответственно.

Химический состав образцов мяса подопытных групп показал, что скормливание птице БЛК способствовало недостоверному увеличению в мясе белка на 0,2 и 0,3 %. В мясе индек опытных групп снизилось содержание жира на 4,3 (P<0,05) и 5,4 % (P<0,01) и возросло содержание золы на 0,05 и 0,07 %.

Полученные данные можно объяснить сбалансированностью кормовой добавки из личинок мух по аминокислотам в особенности незаменимых, которая способствовала более значительной трансформации белков корма в мышечную ткань. Высокая энергетическая ценность БЛК и наличие моно- и полиненасыщенных жирных кислот обеспечило

уровень интенсивности роста индюшат и увеличение их мясной продуктивности.

Использование белково-липидного концентрата (БЛК) в рационах индюшат 5,0 и 7,5 % по массе комбикорма позволяет увеличить предубойную массу самок в возрасте 17-ти недель – на 780 и 1130 г, у самцов – на 940 и 1320 г. убойный выход потрошенной тушек самок – на 3,36 и 3,77 %, самцов на 3,48 и 4,04 %, выход грудных мышц самок – на 1,43 и 1,93 %, самцов – на 1,93 и 2,06% по сравнению с контролем.

Установлено улучшение химического состава образцов мяса опытных групп. Увеличилось содержание белка – на 0,2 и 0,3 %, золы – на 0,05 и 0,07 %, а содержание жира снизилось на 4,3 и 5,4 %.

Список литературы

1. Бурлакова Е. Россия стала самым быстрорастущим рынком индейки. // URL: <https://www.vedomosti.ru/business/articles/2019/01/30/792881-rossiya-rinkom-indeiki> (дата обращения 30.10.2019).
2. Влияние селена и кобальта на содержание сырого протеина и аминокислотный состав личинок *Musca domestica* / О.С. Ларионова, А.С. Ковтунова, М.С. Джаналиева // Актуальные проблемы ветеринарной медицины, пищевых и биотехнологий: сб. ст. – Саратов, 2016. – С. 119-123.
3. ГОСТ 31473-2012 «Мясо индек (тушки и их части). Общие технические условия». [Текст]. Введ. 2013-07-01.– М.: Стандартинформ, 2013-10 с.
4. Дедяев В.В. Перспективы использования муки из личинок мух в животноводстве / В.В. Дедяева, А.И. Истомин, М.Н. Аргунов, И.В. Жуков, В.А. Степанов // В сборнике: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию факультета ветеринарной медицины и технологии животноводства, проводимой на базе ФГБОУ ВО

«Воронежский государственный аграрный университет имени Императора Петра I». 2016.–С. 87-90.

5. Информационно-Аналитическое Агентство «ИМИТ». Производство и рынок индейки в России растут, не смотря на трудности // URL: emeat.ru/new.php?id=114353 (дата обращения 19.11.2019).

6. Ушакова Н.А. Перспективы использования насекомых в кормлении сельскохозяйственных животных / Н.А. Некрасова, Р.В. Некрасов // В сб. Биотехнология: состояние и перспективы развития. Материалы VIII Московского Международного Конгресса. ЗАО «Экспо-биохим-технологии», РХТУ им. Д.И. Менделеева. 2015.– С. 147-149.

7. Diener S., Zurbrugg C., Tockner K. Bioaccumulation of heavy metals in the black soldier fly, *Hermetia illucens* and effects on its life cycle //

Journal of Insects as Food and Feed. 2015. Vol. 1(4). P.261–270.

8. Environ 458–460. P. 312–318. Doi: 10.1016/j.scitotenv.2013.04.033.

9. Fernanda O., Klaus D., Richard L., Joseph R. O. Assessment of diptera: Stratiomyidae, genus *Hermetia illucens* (L., 1758) using electron microscopy // Journal of entomology and zoology studies. 2015. Vol. 3(5). P. 147–152.

10. Józefiak D., Józefiak A., Kierończyk B., Rawski M., Świątkiewicz S., Długosz J., Engberg R.M. Insects – a natural nutrient source for poultry – a review // Annals of Animal Science. 2016. P. 36.

11. Lalander C., Diener S., Magri M. E., Zurbrugg C., Lindström A., Vinnerås B. Faecal sludge management with the larvae of the black soldier fly (*Hermetia illucens*) — from a hygiene aspect, 2013. Sci Total

СОЦИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

ОСОБЕННОСТИ И РИСКИ РАЗВИТИЯ СЕВЕРНОЙ МОНОПРОФИЛЬНОЙ АГЛОМЕРАЦИИ (НА ПРИМЕРЕ Г. НЕРЮНГРИ)

Ермолаев Терентий Степанович

кандидат ист. наук

*Институт гуманитарных исследований и проблем малочисленных народов Севера
г. Якутск*

FEATURES AND RISKS OF DEVELOPMENT OF THE NORTHERN MONOPROFILE AGLOMERATION (BY THE EXAMPLE OF NERUNGRI)

Ermolaev Terenty Stepanovich

Candidate of Historical Sciences, Senior Researcher,

*Institute for Humanities esearchand Indigenous Studies of the North SB RAS,
Yakutsk*

Аннотация

Изучение феномена развития северного моногорода в контексте формирования ТОСЭР в Южной Якутии объективизирует представление о реальных проблемах и рисках развития монопоселений в зависимости от географического расположения, отрасли специализации и социокультурной среды. На фоне социально-экономической характеристики Нерюнгринской монопрофильной городской агломерации раскрыты специфические особенности ее функционирования, выявлены сильные и слабые стороны развития городского пространства северного монопоселения, определены приоритетные направления реализации человеческого потенциала в среднесрочной и долгосрочной перспективе. Это может стать отправной точкой для проведения крупномасштабного исследования, результаты которого будут способствовать налаживанию конструктивного взаимодействия бизнес-структур с местными органами власти и региональным сообществом для становления полифункциональных городов нового поколения.

Abstract

The phenomenon of the development of the northern single-industry town is studied in the context of the formation of TOSED in South Yakutia and objectifies the idea of the real problems of the development of mono-settlements depending on the geographical location, industry of specialization and social and cultural environment. On the background of the socio-economic characteristics of the Neryungri mono-profile urban agglomeration, specific features of its functioning are revealed, the strengths and weaknesses of the urban space development of the northern mono-settlement are revealed, priority areas for the realization of human potential in the medium and long term are identified. This may be the starting point for a large-scale study, the results of which will facilitate the establishment of constructive interaction of business structures with local authorities and the regional community for the formation of multifunctional cities of a new generation.

Ключевые слова: моногород, риски, потенциал, развитие, качество жизни.

Keywords: single-industry town, risks, potential, development, quality of life.

Индустриальное освоение северных территорий нашей страны неразрывно связано с возникновением монопрофильных поселений, которые фактически возводились с нуля на строительных площадках и страдали хронической отсталостью социальной инфраструктуры. Но именно монофункциональные урбанистические образования сыграли решающую роль в укреплении геополитической безопасности страны и сохранения ее генофонда. На фоне растущего интереса исследователей к проблематике монофункциональных поселений, к сожалению, крайне редко встречаются работы, посвященные изучению социального пространства северных моногородов. В данном контексте следует выделить труды Л.В. Кашкиной [1], Т.С. Лыткиной [2], Г.А. Князевой [3], И.С. Самборецкого [4] и др. В перечисленных работах на основе социологических исследований выделены

характерные особенности и проблемы северных монопрофильных поселений, а также представлены соображения авторов о возможностях их решения и перспективах развития.

Нерюнгринский район является одним из основных промышленных районов Республики Саха (Якутия) с огромным ресурсным потенциалом. На его долю приходится около 20% от общего объема выпуска продукции и услуг в республике, на территории добывается 94,7 % угля, вырабатывается свыше 30% электроэнергии [5]. Нерюнгринский район обладает самым высоким уровнем развития транспортной инфраструктуры в республике, имея круглогодичную транспортную доступность. Здесь проходят Амуро-Якутская железнодорожная магистраль, связывающая Транссиб и БАМ с Якутией, федеральная автодорога А-360 «Большой Невер – Якутск», магистральные высоковольтные линии 220 кВ,

нефтепровод «Восточная Сибирь – Тихий Океан», а также газопровод «Сила Сибири». Всесезонная обеспеченность всеми видами транспорта позволила создать на территории района ТОСЭР «Южная Якутия». Инвестиционный потенциал района в основном определяется деятельностью угледобывающих компаний. В ТОСЭР «Южная Якутия» вошли АО «ГОК «Денисовский»» и АО «ГОК «Инаглинский»». Они действуют в составе ООО УК «Колмар», которая планирует добывать к 2030 году 20 млн. тонн угля в год [6]. Угледобывающие предприятия нацелены на использование местной рабочей силы, уже обеспеченной необходимой инфраструктурой и жильем, сотрудничество с местными учебными заведениями. Достаточно высок инновационно-инфраструктурный потенциал района. Для поддержки малого предпринимательства и стимулирования инноваций действуют бизнес-инкубатор и технопарк в г. Нерюнгри. Таким образом, есть условия для создания полноценного многоотраслевого кластера компаний. Нерюнгринский район является вторым по численности населения субрегионом Якутии. По состоянию на 1 января 2017 года в нем проживало 74986 человек, что составляет 7,8% населения республики [7]. На территории района отчетливо выделяется крупное агломерационное образование «г. Нерюнгри – прилегающие рабочие поселки», в котором сконцентрировано 97% населения субрегиона. Данная городская агломерация обладает особенными ключевыми характеристиками, которые формируют специфику этносоциального пространства северного моногорода. Во-первых, экстремальные природно-климатические условия, воздействующие на жизнедеятельность населения северных территорий, объективно создают уникальные температурные, радиационные, световые режимы, которые, в свою очередь, формируют особый уровень витальных потребностей северян в питании, одежде, жилье, коммунальном обслуживании. Во-вторых, внушительная географическая удаленность от основных экономических центров вызывает серьезные издержки в вывозе сырьевого монопродукта и неизбежно ведет к значительному удорожанию ввоза жизненно важных товаров народного потребления. В-третьих, особая генетическая природа формирования состава населения северных монопоселений, обусловленная индустриально-ведомственным характером освоения природных ресурсов, формированием территориально-промышленных комплексов, особенностями региональной политики советского периода, довольно отчетливо и неоднозначно сказывается на структурных и функциональных характеристиках инфраструктуры, городской среды и этносоциальных общностях северного моногорода. В-четвертых, появление на территории региона в последнее время крупных промышленных корпораций, концентрирующих огромные инвестиционные ресурсы наряду с

высоким потенциалом лоббирования нужных им решений в государственных структурах, способствует агрессивному освоению природных ресурсов на северных территориях без учета интересов местного населения. В-пятых, многоядерная пространственная структура городской агломерации (моногород – рабочие поселки) при низком уровне координации и качества муниципального управления обуславливает дезинтеграцию социального пространства населенных пунктов и ухудшает качество жизни населения. В-шестых, остаточный характер финансирования социальной сферы северных монопоселений обусловил хроническую необустроенность социальной инфраструктуры и значительно уменьшил возможности более полного удовлетворения потребностей городского населения. И, наконец, седьмая особенность Нерюнгринской монопрофильной агломерации, на которой следует более подробно остановиться. Речь идет о формировании новых социально-возрастных общностей, становящихся типичными для северного моногорода. Первая социальная общность состоит из городских пенсионеров, т.е. той общности, которая в период индустриального освоения северных территорий относилась к поколению первопроходцев, а в настоящее время приняла решение не уезжать из города на «материк». В настоящее время ее численность в городской агломерации Нерюнгри составляет 20766 человек (27,6%) [8]. Также следует обратить особое внимание на молодое поколение, формирующееся в последние 25 лет из числа детей родителей, приехавших осваивать северные территории во второй трети прошлого века. В настоящее время в городской агломерации Нерюнгри проживает примерно 3000 молодых людей, обучающихся в системе высшего и среднего специального образования (по подсчетам автора). В целом, доля молодежи в общей численности населения агломерации составляет около 33%. В настоящий момент в структуре населения есть 2 крупные возрастные группы. Это группа 20-29 лет и 45-54 года, на которые приходится около 34 тыс. человек (40% всего населения). Группа 45-54 года, составляющая около 18 тысяч человек, в течение ближайших 5 лет будет перемещаться в группу 55-64 года [9]. Таким образом, к 2023 году существенно возрастет удельный вес населения в возрасте старше трудоспособного, сократится его экономическая активность. Перечисленные ключевые факторы «проблемного поля» социального пространства северного моногорода требуют солидарного участия всех локальных акторов для улучшения социального самочувствия населения и снижения рисков, возникающих в условиях нового этапа индустриального освоения региона.

Демографическая ситуация в агломерации характеризуется негативной динамикой снижения численности населения на 7 % за последние пять лет вследствие миграционного оттока. Среднедушевые денежные доходы населения

составляют 22850 руб. в месяц, что является весьма низким значением для довольно развитого промышленного района (для сравнения – по республике 37804 руб. в 2018 г.) [10]. Крайне низким является обеспеченность населения врачами – 37 врачей на 10 000 человек населения, что значительно ниже российского (46,4), и республиканского показателей (56). Позитивными факторами являются низкий уровень общей безработицы по району (2,3%) и достаточно высокий размер общей площади жилых помещений, приходящейся в целом на одного жителя – 23,5 кв. м. [11].

Основная доля населения Нерюнгринского района сосредоточена в районном центре – г. Нерюнгри, обладающим наиболее комфортной средой для проживания, и соответственно, относительно низкой долей занятых к общей численности населения. Наибольшая доля занятых (население поселка работает в основном на Нерюнгринской ГРЭС) наблюдается в п. Серебряный Бор, в котором еще не завершено, но активно идет строительство домов для переселения из ветхого и аварийного жилья, составлявшего более 90 % жилого фонда [12]. Единственным поселением, имеющим положительное миграционное сальдо, является п. Золотинка. Наибольший уровень безработицы и наименьший размер среднемесячной начисленной заработной платы работников зарегистрированы в с. Иенгра, что характерно для поселений республики, имеющих сельскохозяйственную специализацию. В этом же населенном пункте больше всего проблем с благоустройством жилищного фонда холодным и горячим водоснабжением, канализацией и центральным отоплением. В ряде населенных пунктов Нерюнгринского района существуют проблемы с оказанием платных бытовых, транспортных услуг и услуг связи. К сожалению, малое предпринимательство в населенных пунктах района развито в недостаточной степени. «Выручает» территориальная близость поселков-спутников к районному центру, что позволяют населению ориентироваться на удовлетворение потребностей в потребительских товарах и платных услугах в г. Нерюнгри.

Специализация Нерюнгринского района на добыче угля является одновременно и конкурентным преимуществом, и источником рисков для экономики и населения района, полностью зависящего от деятельности угледобывающих компаний. Планирование и реализация долгосрочных инвестиционных программ этих предприятий затруднены в условиях экономического кризиса. Предстоящее закрытие АО ХК «Якутуголь» к 2030 году означает необходимость поиска работы для сотрудников компании, но для них открываются перспективы перехода в другие предприятия, например, ООО УК «Колмар», ООО «Эльгауголь». Следует констатировать, что угледобывающие предприятия района не имеют долгосрочных контрактов по

сбыту угля за рубежом, любые колебания мировой рыночной конъюнктуры могут болезненно отразиться на их финансовом состоянии. Ухудшение социально-экономической ситуации в Нерюнгринской агломерации провоцирует перманентное увеличение расходов на оплату коммунальных услуг. Серьезной проблемой является экологическая ситуация, на которую негативно влияет деятельность горнодобывающих предприятий.

Перспективы развития Нерюнгринской монопрофильной агломерации связаны, прежде всего, с обеспечением благоприятных условий для раскрытия способностей подрастающего поколения, улучшения качества жизни населения, повышения конкурентоспособности человеческого капитала как ключевых факторов успешной трансформации монофункционального образования в универсальный город нового поколения. Нерюнгринская городская агломерация должна определяться как ядро развития Южной Якутии, центр притяжения материальных, финансовых и человеческих ресурсов. Поэтому муниципальная власть должна определить собственную демографическую и миграционную политику для стабилизации численности городского населения в краткосрочной перспективе и его увеличения в соответствии с целями Концепции демографической политики Дальнего Востока на период до 2025 г. [13].

Важнейшая роль в раскрытии эффективности человеческого потенциала Нерюнгринской городской агломерации принадлежит учреждениям муниципального образования. К фундаментальным вопросам муниципального образовательного уровня по определению относятся организация предоставления общедоступного и бесплатного образования, в том числе дополнительного, по основным общеобразовательным программам и обеспечение ухода и присмотра за детьми в муниципальных образовательных организациях [14]. Стратегической же целью муниципальной власти в области образования является становление и развитие личности в его уникальности и готовности к самоопределению. Это тесно переплетается с приоритетными направлениями развития воспитательной работы в ближайшие 10 - 15 лет, обозначенными в соответствующей Стратегии воспитания Российской Федерации [15]. Не менее важная роль отводится муниципальным органам здравоохранения, обеспечивающим в рамках своих полномочий государственные гарантии оказания бесплатной медицинской помощи. Стратегическим приоритетом муниципальной власти должно стать создание качественной и эффективной системы социальной поддержки жителей города, удовлетворяющей их потребности в социальных услугах, конкурентоспособности на рынке труда. Важнейшей целью муниципальных органов управления в области культуры является создание условий, обеспечивающих равный и свободный доступ ко всему спектру культурных благ и

привлечения к творческой и досуговой деятельности как можно большего числа жителей агломерации. Формирование здорового образа жизни и потребности населения в регулярных занятиях спортом позволит гораздо полнее раскрыть человеческий потенциал северного моногорода. В стратегической перспективе молодое поколение должна стать основным объектом инвестиций в человеческий капитал, обеспечивающий конкурентоспособность района, региона и страны. Муниципальная власть в тесном взаимодействии с региональным сообществом должна создать условия для формирования у молодежи культурно-ценностных ориентиров, духовно-патриотических ценностей, навыков социальной ответственности, созидательной экономической и творческой активности. И, наконец, для реализации всего вышеизложенного, необходимо создание условий для развития комфортной и безопасной городской среды, обеспечивающей полноценную реализацию многообразного потенциала жителей северного моногорода.

Список литературы

- Кашкина Л.В. Социальное самочувствие населения в моногороде арктического региона Российской Федерации (по результатам социологических исследований в г. Новодвинске) // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. Серия: Социальные науки. №3(47). 2017. С.133-136; Она же. Социальное самочувствие населения в моногороде арктической зоны РФ в условиях модернизации современного общества // автореф. дисс... канд. социол. наук. Архангельск, 2017. 29 с.
- Лыткина Т.С. Социальный потенциал северного города: от игнорирования к признанию // Журнал социологии и социальной антропологии. 2014. Т. 17. № 3 (74). С. 33-47.
- Князева Г.А. Возрождение северных моногородов на принципах устойчивого развития // Научный ежегодник Центра анализа и прогнозирования. №1. 2017. С.74-79.
- Самборецкий И.С. Социальное управление моногородом Тюменского Севера // автореф. дисс... канд. социол. наук. Тюмень, 2016. 28 с.
- Муниципальное образование «Нерюнгринский район». Режим доступа: URL: http://www.neruadmin.ru/gov/admin_nra/ (дата обращения: 17.08.2019).
- ТОСЭР «Южная Якутия»: планы и перспективы. Режим доступа: URL: <http://ysia.ru/glavnoe/toser-yuzhnaya-yakutiya-planuy-i-perspektivy/> (дата обращения: 18.08.2019).
- Государственный комитет по статистике РС (Я). Режим доступа: URL: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat/_ts/sakha/ru/statistics/population/ (дата обращения 02.09. 2019).
- Там же. Режим доступа: URL: <http://www.gks.ru/passport/> (дата обращения 10.09. 2017).
- Отчет главы МО «Нерюнгринский район» за 2017 г. Режим доступа: URL: http://www.neruadmin.ru/omsu/glava/otchet/otchet_oiv_2017.pdf (дата обращения 11.09. 2019)
- Основные показатели социально-экономического положения муниципальных образований РС (Я). Режим доступа: URL: http://sakha.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/sakha/ru/municipal_statistics (дата обращения 15.08. 2019).
- Муниципальное образование «Нерюнгринский район». Режим доступа: URL: http://www.neruadmin.ru/gov/admin_nra/ (дата обращения: 07.09.2019).
- Там же.
13. Распоряжение Правительства РФ от 20.06.2017 № 1298 – р «Концепция демографической политики Дальнего Востока до 2025 г.». Режим доступа: URL: <http://government.ru/docs/28228/> (дата обращения 09.09.2019).
14. Федеральный закон "Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации" от 06.10.2003 N 131-ФЗ. Режим доступа: URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/20035/page/1/> (дата обращения 04.09.2019).
15. Стратегия развития воспитания в Российской Федерации до 2025 г. Режим доступа http: URL: <http://minobrnauki.gov.ru/> (дата обращения 05.09.2019).

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ПОСТРОЕНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ

*Серик Алгожаевич Кульмамиров,
Алия Абдрахмановна Есбергенова
Казахстанско-Британский технический университет (КБТУ),
г. Алматы, Казахстан*

MODERN TRENDS IN THE CONSTRUCTION OF INTELLIGENT TRANSPORT SYSTEMS

*Serik Algozhaevich Kulmamirov,
Aliya Abdrakhmanovna Yesbergenova
Kazakh-British technical University (KBTU),
Almaty, Kazakhstan*

Аннотация

В статье представлены перспективы, тенденции и критерии развития ИТС. Исследован процесс создания ИТС с передовыми коммуникационными технологиями. Описаны инструменты инновационного развития ИТС.

Abstract

The article presents the prospects, trends and criteria of ITS development. The process of ITS creation with advanced communication technologies is investigated. The tools of ITS innovative development are described.

Ключевые слова: *Интеллектуальные транспортные системы (ИТС), транспортная инфраструктура и технологии*

Keywords: *Intelligent transport systems (ITS), transport infrastructure and technologies.*

На сегодняшний день одной из главных проблем в транспортной системе Казахстана является задача модернизации автодорог, которая должна быть направлена на достижение растущих потребностей её пользователей. Повысить качественный уровень казахстанских автодорог, сделать их современными, безопасными и удобными позволит разработка и реализация новых подходов к управлению автодорожным движением. Эта задача может быть решена путем построения с максимальным использованием новейших информационно-управляющих технологий интегрированной системы в составе: люди - транспортная инфраструктура - транспортные средства.

Такие системы, на основе программно-целевых документов и стратегических программ развития транспортной сети, называются интеллектуальными транспортными системами (ИТС, Intelligent Transport Systems - ITS).

В области развития, проектирования и строительства ИТС, в последние десятилетия проводятся серьезные исследования, направленные на применение инновационных технологий в организации и безопасности дорожного движения на основе средств транспортной телематики, глобальных навигационных и интеллектуальных информационных систем и другим вопросам посвящены труды многих ученых развитых стран [1-5].

Например, российский ученый Ю. М. Урличич в своих трудах дает следующее определение ИТС - это системная интеграция современных ИКТ, и средств автоматизации с автодорожной

инфраструктурой, пользователями, транспортными средствами, ориентированная на повышение безопасности и эффективности автотранспортного процесса, комфортности для водителей и пользователей автотранспорта [1].

Другой российский ученый В. Б. Кисуленко выделяет основные функции ИТС: информирования, предупреждения и управления [2]. Он в своих трудах наглядно проиллюстрировал действие ИТС при развитии событий от дорожно-транспортных происшествий (ДТП): при возникновении критической ситуации ИТС предупреждают водителя об опасности и затем, непосредственно перед ДТП, вступают в управление автомобилем. При этом в ряде случаев предотвратить ДТП уже нельзя, тогда ИТС снижает тяжесть последствий. Например, посредством кинетической энергии автомобиля за счет более интенсивного торможения [1-2].

С. В. Бачевский выделяет роль ИТС на пути инновационного развития России [3]: ИТС принесет качественные изменения в транспортную инфраструктуру, опирающуюся на современные телекоммуникационные и геоинформационные технологии, возможности отечественной глобальной навигационной спутниковой системы ГЛОННАСС [1-3].

На основе методологического анализа можно выделить ИТС под названием «умная дорога» как комплекс взаимосвязанных автоматизированных систем, решающих задач и управления дорожным движением, это единый пункт управления. Здесь осуществляется с помощью интеллектуального видеонаблюдения, непрерывный сбор, обработка и

анализ информации о скорости и плотности транспортных потоков, авариях и условиях для движения автотранспорта.

В едином пункте управления осуществляется мониторинг всех видов транспорта (индивидуального, общественного, грузового), и информирование предприятий и граждан об организации транспортного обслуживания на территории региона.

К основным целям и задачам внедрения ИТС «умная дорога» относятся такие как:

- повышение безопасности дорожного движения;
- пропускной способности улично-дорожной сети;
- качества обслуживания участников дорожного движения;
- эффективности функционирования транспорта;
- престижа городского общественного пассажирского транспорта;
- инвестиционной и туристической привлекательности города;
- уменьшение вредного воздействия потоков на окружающую среду.

Например, на современном этапе инновационного развития экономики России осуществляется реализация 5 инновационных

пилотных проектов (ФИПП), которые были сформированы в конце 2011 года по итогам заседания комиссии при президенте РФ по модернизации и технологическому развитию экономики России. В их составе можно выделить пилотный проект «Инновационная дорога». Проект предполагает создание нормативной базы для широкомасштабного применения инновационных технологий при строительстве, реконструкции и эксплуатации, автомобильных дорог. Только при выполнении этих условий, возможна апробация инновационных решений на опытных участках автодорог республиканского и районного уровня.

Такие решения включают в себя:

1) на основе опыта эксплуатации пилотных участков, без привлечения значительных финансовых ресурсов определение оптимального типового набора инновационных технологий (таблица 1) для их применения на различных участках автомобильных дорог;

2) решение проблем строительства и ввода в эксплуатацию ряда пилотных участков дорог с использованием современных инновационных материалов и технологий в целях увеличения экономичности, безопасности и экологичности автомобильных дорог с учетом местных особенностей.

Таблица 1.

Основные инновационные технологии, предлагаемые к применению при реализации пилотного проекта «Инновационная дорога» с элементами ИТС «Умная дорога»

№№	Инновационная технология	Область применения	Преимущества технологии
1	Модификаторы дорожного покрытия	Дорожное покрытие	- продление срока службы дорожного покрытия
2	Технологии строительства мостов из композиционных материалов	Строительство мостов.	- снижение веса; - удешевление конструкции; - стойкость к коррозии арматуры.
3	Светодиодные системы освещения с дистанционной ИТС	Освещение участков дорог с использованием светильников из светодиодов.	- эффективность и экологичность; - долговечность
4	Дорожные знаки со светодиодами	Автомобильные дороги.	- повышение видимости дорожных знаков.
5	АСУ парковки с применением меток RFID	Остановки общественного транспорта.	- сокращение травматизма в зимний период, разметка.
6	Места парковок частного транспорта.	Простота эксплуатации	- устранение очередей на въезде и выезде
7	«Умная дорога» - интеллектуальная транспортная система	Компоненты системы: - АСУ противогололедной обработки мостов и дорожных сооружений; - система идентификации и мониторинга объектов дорожного движения; - система передачи данных; - система интеллектуального видеонаблюдения.	- оперативный мониторинг состояния зданий и сооружений; - повышения пропускной способности автодорог; - сокращение времени на прибытие сотрудников ДПС и скорой помощи при возникновении ЧП; - автоматическая фиксация нарушений ПДД.

Предполагается, что в России этот проект будет реализован в 2020 году с использованием элементов ИТС «Умная дорога». Расчётный срок

службы дорожного покрытия на этом участке должен составить не менее 16 лет, а расчётная скорость движения автотранспортных средств по

нему будет достигать до 100 км/час [2]. Завершение нескольких аналогичных пилотных проектов в Москве планируется к концу 2021 года, в том числе участок подъездной дороги к ИТ-технопарку, МФТУ длиной 655м и шириной 15-18,5 метров. Их реализация позволит создать современную транспортную сеть с использованием ИТС «Умная дорога», отвечающую всем требованиям безопасности и комфорта. Проект позволит активно развивать придорожный сервис, снизить отрицательное воздействие на окружающую среду, и сделать жизнь населения нашей страны более комфортной.

Также в Татарстане планируется к концу 2019 года сдать экспериментальный скоростной участок (до 150 км/ч) четырехполосной автомагистрали, которая изначально будет платной. Данный пилотный проект реализуется на федеральной трассе Казань – Оренбург протяженностью 97,5 км. Строительство четырехполосной автомагистрали в Татарстане требует значительных бюджетных затрат, поэтому в данной сфере государство в лице компетентных органов исполнительной власти, путем применения различных организационно-правовых мер, формирует рыночный спрос на строительство автодорог, дорожных объектов и на инновационную (нанотехнологическую) продукцию, используемой при их строительстве.

Общеизвестно, что создание сети автодорог высокочрезвычайно затратная сфера деятельности государств. Поэтому ввод обязательной платы за пользование автомобильными дорогами в виде транспортного сбора, станет одним из важнейших дополнительных инструментов финансирования автодорожной отрасли наряду с традиционным обложением водителей общим налогом за пользование автомобильными дорогами в виде налоговых сборов на транспортные средства и на топливо.

Тем самым обеспечивается эффективность расходования бюджетных средств, так как затраты на дорожную сеть осуществляются путем финансирования участников рынка дорожного строительства, но при этом часть из этих средств участниками рынка дорожного строительства перенаправляется на закупку инновационной (нанотехнологической) продукции, применимой в дорожном строительстве. Производители нанотехнологической продукции получают средства из бюджета государства не в виде дотаций или инвестиций, а в виде оплаты за реально применимую в производстве (дорожном строительстве) продукцию.

При этом даже если пользование объектом осуществляется на безвозмездной основе, государство получает возможность повышения бюджетной эффективности расходования государственных средств за счет:

- применения инноваций и достижения бюджетной экономии в долгосрочной перспективе в связи с минимизацией расходов на содержание дорожного объекта;

- повышения бюджетной эффективности за счет сокращения сроков строительства объекта и ввода его в эксплуатацию (так как платежи частному партнеру осуществляются равными долями только после ввода дорожного объекта в эксплуатацию);

- повышения бюджетной эффективности в связи с отсутствием необходимости авансировать работы по проектированию и строительству объекта дорожной инфраструктуры (так как платежи частному партнеру осуществляются равными долями только после ввода дорожного объекта в эксплуатацию).

При строительстве российских автомобильных дорог, эксплуатируемых на бесплатной основе, активно развиваются модели эффективных партнерских взаимоотношений государства и частного бизнеса, эти отношения строятся на основе различных форм государственно-частного партнерства (ГЧП), из которых наиболее распространёнными на практике являются концессии, адаптируемые в соответствии с законодательством под условия бесплатного пользования дорогами [3].

Понятие государственно-частного партнерства отражает стремление частного бизнеса и государства к сотрудничеству. Основная цель ГЧП заключается в снижении бюджетной нагрузки при реализации задач государственного управления. Идея приватизации части функций несет в себе двойную выгоду, с одной стороны она позволяет сконцентрировать усилия государства на выполнении своих основных социальных задач, с другой участие частнопредпринимательской инициативы обеспечивает наибольшую экономическую эффективность управленческих решений.

Одним из возможных видов ЧГП является использование концессионной финансовой модели строительства участка автомобильной дороги. При этом финансирование строительства осуществляется частным сектором, а государство производит выплаты за объект в течение, например - 15 лет. Управление и обслуживание дорожной инфраструктуры осуществляется государством. В отличие от традиционной схемы финансирования строительства автодорожной инфраструктуры за счет средств государственного бюджета, данная схема позволяет осуществить строительство в более короткие сроки.

В случае использования в автодорожном строительстве и при содержании автодорог моделей Контракта Жизненного Цикла (КЖЦ) (Design-Build – Finance - Operate (DBFO)) – обеспечивается внедрение инноваций частным сектором, что стимулирует спрос на внедряемые инновации. Преимущество КЖЦ по сравнению с проектами, финансируемыми из бюджета, заключается, во-первых, в скорости строительства объекта, во-вторых, в качестве объекта, поскольку платеж исполнителю поставлен в прямую зависимость от качества объекта и его доступности для использования. Реализация таких

инновационных проектов на территории Казахстана позволила бы увеличить долговечность автодорог в 5 раз, сократить потребление энергии в 10 – 15 раз, в 3 раза уменьшить массу конструкций, мостов и ограждений, и в несколько раз сократить число аварий, их тяжесть и смертность водителей и пешеходов [4]. Такой проект позволит сформировать новые технологии для серийного применения. Апробирование проекта с элементами

ИТС позволит в дальнейшем реализовать инновационные проекты строительства дорог будущего, таких как ИТС «умная дорога».

Таким образом, можно утверждать, что до сегодняшнего дня обозначение «умные дороги» является по-прежнему довольно нечетким понятием и используется не всегда по согласованным критериям. Их необходимо выделить отдельно (таблица 2).

Таблица 2.

Основные критерии эффективности ИТС «Умные дороги»

№№	Наименование критерия	Определение критерия
1	Социальный	- повышение комфортности движения и удобств в пути следования; - поддержание и увеличение мобильности населения; - уменьшение количества дорожно-транспортных происшествий (ДТП), приводящих к травматизму людей
2	Экономический	- кратное снижение потребления электроэнергии (до 10-15 раз); - снижение эксплуатационных расходов на элементы оборудования автомобильных дорог по различным направлениям (частота, сложность обслуживания); - сокращение сроков и затрат на монтаж элементов оборудования автомобильных дорог; - сокращение затрат на текущий и капитальный ремонт; - уменьшение ущерба экономике за счет снижения количества ДТП.
3	Технический	- продление срока службы дорожного покрытия; - улучшение сцепных качеств и снижение шумности дорожного покрытия; - кратное увеличение срока службы дорог.
4	Эксплуатационный	- резкое сокращение затрат на эксплуатацию дорожных конструкций и их ремонт; - повышение экологичности.

Определение основных критериев позволяет сделать вывод о том, что «умная дорога» является интеллектуальной транспортной сетью. ИТС является одним из инструментов инновационного развития автодорожной инфраструктуры, которая на основе применения инновационных технологий позволяет оптимизировать транспортные потоки всех категорий пользователей и гарантирует высокие стандарты безопасности строительства, и эксплуатации автомобильных дорог.

Например, применение множества различных контролирующих ситуацию по всей длине трассы, датчиков «умной дороги», позволит снизить уровень дорожного трафика. Проблемы финансирования решаются с помощью применения FRID-меток позволяющих дистанционно взимать плату за проезд с проезжающих автомобилей. С помощью, световых табло или установленной на автомобиле интеллектуальной бортовой системы, водителям будет передаваться информация о наиболее выгодном маршруте с учетом аварий на трассе, пробок, строительных работ. Это позволит добиться уменьшения количества ДТП на автодорогах.

Таким образом, ИТС «умные дороги» определяются их инновациями и обеспечивают современное качество жизни за счет применения инновационных технологий, которые предусматривают экономичное и экологичное

использование городских систем жизнедеятельности.

При широкомасштабном применении инновационных ИТС в строительстве, содержании и оснащении автодорожного хозяйства достигаются следующие результаты:

- создание надежной инфраструктуры;
- увеличение безопасности на дорогах;
- снижение стоимости строительства и содержания;
- снижение загрязнения окружающей среды;
- энергоэффективность.

Литература:

1. Вестник Конгресса ИТС России // Приложение к информационно-аналитической газете «Транспорт России». Специальный выпуск № 1, 2010.
2. Касимов и Елатьму соединит инновационная дорога // Информационное агентство «МедиаРязань». <http://mediaryazan.ru/news/detail/166165.html>.
3. Максимов В. В., Куркин П. Е. Использование концессионного механизма для строительства федеральных автомобильных дорог с последующей эксплуатацией на бесплатной основе // Транспортная инфраструктура.
4. Новые технологии дадут стране современные трассы // Российская газета «Дороги России» № 235 (5314).

References:

1. Bulletin of the Congress of ITS Russia // Appendix to the information and analytical newspaper Transport of Russia. Special issue № 1, 2010. (In Russian).

2. Kasimov and Yelatma will be connected by an innovative road // MediaRyazan Information Agency. <http://mediaryazan.ru/news/detail/166165.html>. (In Russian).

3. Maksimov V.V., Kurkin P.E. Use of the concession mechanism for the construction of federal highways with subsequent operation on a free basis // Transport infrastructure. http://www.ppinrussia.ru/userfiles/upload/files/articles/Maximov_VV-Kurkin_PE.pdf. (In Russian).

4. New technologies will give the country modern routes // Russian newspaper "Roads of Russia" № 235 (5314). (In Russian).

ПРОИЗВОДСТВО КИРПИЧА С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ*Zasseev Astan Alanovich**магистрант**ФГБОУ ВО Северо-Кавказский горно-металлургический институт (Государственный технологический университет).**г. Владикавказ**Тускаева Залина Руслановна**к.э.н., доцент, зав. каф. строительного производства**ФГБОУ ВО Северо-Кавказский горно-металлургический институт (Государственный технологический университет).**г. Владикавказ*DOI: [10.31618/nas.2413-5291.2019.3.50.128](https://doi.org/10.31618/nas.2413-5291.2019.3.50.128)**PRODUCTION OF BRICKS USING INDUSTRIAL WASTE***Zasseev Astan**undergraduate,**of the North-Caucasian mining and metallurgical Institute (state technological University),**Vladikavkaz**Tuskaeva Zalina**assistant professor**of the North-Caucasian mining and metallurgical Institute (state technological University),**Vladikavkaz***Аннотация**

В статье рассмотрена технология изготовления керамического кирпича с использованием отходов промышленного и металлургического производства завода «Победит» и «Электроцинк».

Abstract

The article discusses the technology of producing ceramic bricks using waste from industrial and metallurgical production of the plants «Pobedit» and «Electrozinc».

Ключевые слова: керамические изделия, кирпич, строительство, промышленное производство, отходы, металлургия, молибден, экологическая безопасность.

Keywords: ceramic products, brick, construction, industrial production, waste, metallurgy, molybdenum, environmental safety.

Кирпич - важный и популярный продукт промышленности строительных материалов, поскольку востребован при возведении жилых, производственных и других объектов. Изначально изготовление кирпича было довольно трудоемким процессом, так как он производился вручную. Технологии постепенно совершенствовались и на сегодняшний день производители имеют новые, полностью автоматизированные способы для изготовления различных видов кирпича.

Классическим материалом для производства кирпича является глина. Кирпич из глины известен с незапамятных времен. В основу технологии керамики заложена последовательность следующих процессов: добыча сырья, подготовка сырьевой массы, формование изделий, сушка и

обжиг. Но время не стоит на месте и современные технологии позволяют изготавливать кирпич не только из глины, и не только традиционным способом, что позволяет получать изделия с разными характеристиками, увеличить прочность, улучшить геометрию, расширить цветовую палитру или устойчивость к действию внешних агрессивных факторов. В настоящее время производители все чаще и чаще обращают внимание на отходы промышленных предприятий как на источник сырья для производства керамических изделий, в том числе и кирпича. Используя отходы промышленного производства, решается проблема как экономического, так и экологического характера. Были разработаны технологии производства так называемого

«зеленого» кирпича из золы и пепла. По своим свойствам он несколько не уступает керамическому кирпичу – так же прочен и надежен, без проблем выносит и жару и холод, но при этом в несколько раз дешевле. Кроме того, массовое производство «зеленого» кирпича позволяет с пользой для дела утилизировать производственные отходы, которых в нашей стране ежегодно накапливается до 50 миллионов тонн.

В настоящее время основной целью обращения с отходами производства и потребления является предотвращение их вредного воздействия на здоровье человека и окружающую природную среду. Одним из способов решения проблемы сокращения промышленных отходов и их непосредственного влияния на окружающую среду может стать их использование в производстве кирпича и других керамических изделий, применяемых в строительстве.

Как уже отмечалось ранее, производство строительных материалов – одна из самых материалоемких отраслей, в связи с этим применение отходов производства при изготовлении керамических материалов приобретает особую актуальность. В связи с этим была рассмотрена технология производства керамического кирпича с использованием шлака от сжигания угля. А в качестве глинистого компонента применялась межсланцевая глина, которая является отходом при добыче горючих сланцев на сланцеперерабатывающих заводах. Около 60-70 % золошлаковых материалов характеризуется высоким содержанием несгоревших остатков угля, суммарное количество которого может удовлетворить потребность всей керамической промышленности в топливе. Так, например, при производстве кирпича и черепицы минеральная часть золы может удовлетворить до одной третьей части потребности в глинистом сырье.

В настоящее время также разрабатываются и подвергаются испытаниям технологии получения кирпича посредством использования промышленных отходов, в частности металлургического комплекса. *Металлургическое производство* – это отрасль промышленности, охватывающая различные процессы получения металлов из руд или других материалов, а также процессы, способствующие улучшению свойств металлов и сплавов. В процессе обогащения и выплавки металлов образуются отходы, утилизация которых сегодня стала одной из актуальнейших тем охраны окружающей среды. Причина этому в том, что в отходах металлургии содержатся в большом количестве токсические химические вещества. Потому, тонны отходов металлургического производства, количество которых исчисляется миллиардами, являются немаловажной экологической проблемой для России. Особенно от них страдает экология регионов, где металлургия является доминирующей отраслью, в частности РСО-Алания.

В Северо-Кавказском регионе объем накопленных отходов производства достигает 100 млн. т, в том числе горнопромышленных около 60 млн. т, включая металлургические шлаки и отходы молибденового производства. Они сосредоточены в основном вблизи перерабатывающих минеральное сырье предприятий. Отходы горно-металлургических предприятий оказывают вредное воздействие на окружающую природную среду не только в непосредственном их месте нахождения, но и далеко за пределами территории функционирования объекта. Только применение безотходного и малоотходного производства в добывающей отрасли позволит коренным образом улучшить экологическую ситуацию в регионах с развитой металлургической индустрией. Рядом исследователей региона и другими российскими учеными были сделаны попытки использовать отходы металлургического комплекса в качестве отощающих добавок при производстве керамического кирпича из глинозема. В связи с возможностью содержания в отходах металлургического цикла других элементов широкое использование отходов в промышленных целях не всегда эффективно и безопасно. В то же время предварительные исследования по использованию отходов молибденового производства заводов «Электроцинк» и «Победит» показали высокую эффективность и технологичность использования этого материала. Партия кирпича с добавкой молибденошеелитовых отходов в объеме до 5 % имеет товарный вид и высокие эстетические показатели по сравнению с базовым вариантом. Для широкого использования этого опыта в народном хозяйстве были проведены исследования с учетом физико-химических свойств отходов металлургического производства. В этой связи необходимо было подготовить сырье для его использования в качестве отощающих добавок. Особый интерес представляют отходы переработки молибденового концентрата АО «Победит». Использование их в качестве отощающих добавок при производстве керамического кирпича по предварительным данным дает обнадеживающие результаты.

В общем виде технология процесса получения молибденошеелитовых отходов такова: сырьем для производства чистых солей молибдена служат молибденовые концентраты, которые перерабатываются по схеме, включающей окислительный обжиг, аммиачное выщелачивание огарка, обработку твердых остатков аммиачного выщелачивания горячими растворами соды для извлечения молибдена.

В результате проведенных экспериментов с отходами завода «Победит» установлено, что их можно использовать в качестве отощающих добавок при производстве кирпича. При этом, химический состав полученного изделия удовлетворяет требованиям экологической безопасности, а использование указанной технологии на заводе дает расчетный

экономический эффект при работе производства не на полный объем выпуска керамического кирпича. Применение отходов производства молибденового концентрата как отощающих добавок в глину снижает влажность глины, в результате чего ускоряется процесс сушки на 15 ч, а это приводит к снижению расхода природного газа, электроэнергии, увеличению объема производства за счет снижения брака.

Таким образом, несмотря на то, что молибденовые концентраты относятся к третьему классу опасности согласно классификации вредных веществ по степени воздействия на окружающую среду, производство керамического кирпича с применением молибдена в качестве отощающих добавок в глину не оказывает пагубного влияния на экологическое состояние окружающей среды, а наоборот, способствует природоохранительной оптимизации производственных процессов. Такой кирпич с учетом незначительного процентного содержания молибдена допустимо использовать в качестве строительного материала не только для возведения промышленных сооружений, но и для жилых зданий.

Список литературы:

1. Абдрахимов В.З., Абдрахимова Е.С., Кайракбаев А.К. Использование отходов золоторудного месторождения, нефтехимии и энергетики в производстве керамических материалов – перспективное направление для «зеленой» экономики. Экология и промышленность России, 2015
2. Гусев Б.В., Деметьев В.М., Миротворцев И.И. «Нормы предельно-допустимых концентраций для стройматериалов жилищного строительства». Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. 1999, №5
3. Павлов В.Ф. Способ вовлечения в производство строительных материалов промышленных отходов. Строительные материалы, 2003
4. Попов, Л. Н. Строительные материалы и изделия: учебник. Москва: ОАО «ЦПП», 2008
5. Худяков Л.И., Войлошников О.В., Котова И.Ю. Керамические материалы на основе отходов горнодобывающей промышленности. Экология и промышленность России, 2014
6. Хубаева Г.П., Охрана окружающей среды утилизацией отходов горно-металлургического производства: Дисс. ... кандидат технических наук / Хубаева Галина Петровна. Владикавказ, 2004 – 170 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОГАЗА КАК АЛЬТЕРНАТИВНОГО ИСТОЧНИКА ЭНЕРГИИ

Кротов Илья Павлович

*Студент второго курса магистратуры
Сибирский Федеральный Университет
г. Красноярск*

DOI: [10.31618/nas.2413-5291.2019.3.50.120](https://doi.org/10.31618/nas.2413-5291.2019.3.50.120)

USING BIOGAS AS AN ALTERNATIVE ENERGY SOURCE

Кротов Илья Павлович

*Second year student of the Siberian Federal University
Krasnoyarsk*

Аннотация

В данной статье рассматривается биогаз как альтернативный источник энергии, его использование в Российской Федерации. Рассматривается сырье для получения биогаза, а также установка (биореактор) для получения биогаза.

Abstract

This article considers biogas as an alternative source of energy, its use in the Russian Federation. We consider raw materials for biogas production, as well as a plant (bioreactor) for biogas production.

Ключевые слова: биогаз, альтернативные источники, биореактор.

Keywords: biogas, alternative sources, bioreactor.

Одной из глобальных проблем современного общества смело можно назвать нерациональное использование природных источников энергии. Их добыча оказывает огромное влияние на всю окружающую среду.

В эпоху массового производства различных товаров потребность в энергии выходит на передний план. Таким образом, в мире присутствует проблема поиска и применения альтернативных источников энергии, влияющих на экологию в меньшей степени.

Одним из основных решений энергетической проблемы является производство биогаза и его использование для коммунальных нужд населения, таких как отопление и приготовление пищи.

Использование биогаза как топлива будет способствовать уменьшению объема биологических отходов и уменьшению использования углеводородного топлива, имеющего высокую степень загрязнения атмосферы.

В статье [1] биогаз рассматривается как экологически чистый альтернативный источник энергии, который способен полностью или частично заменить органическое топливо (природный газ, дрова или уголь), а также снизить воздействие на окружающую среду.

В статье [5] рассматриваются иные источники энергии, такие как солнечная, ветровая или атомная энергия, а также биогаз. Особое внимание в работе уделяется последнему как наиболее доступному в добыче и применении. Альтернативные источники напрямую зависят от территории, которую необходимо снабдить энергией. Сырье для получения биогаза является легкодоступным в регионах, где развито сельское хозяйство и животноводство.

В [8] статье описывается использование биогаза как источника энергии для отопления жилых зданий.

На сегодняшний день, все чаще уделяется внимание созданию электростанции и теплоэлектростанции на биогазе. В России пока эта отрасль не так развита, как, например, в Европейских странах.

Это объясняется тем, что именно развитые страны Евросоюза первыми начали переходить к

иным источникам энергии и поддерживали различные инициативы, направленные на внедрение новых технологий в добыче энергии.

Главной целью можно обозначить рациональное использование биогаза в нашей стране. Необходимо понять, целесообразно ли производить биологический газ, и достаточно ли Россия осведомлена в вопросе получения и использования этого вида топлива.

Биогаз — газ, который образуется за счет брожения различной биомассы. Он состоит на 50—90 % из метана, на 15 - 30 % из углекислого газа, а также может содержать водород и сероводород. После очистки биогаза от CO_2 получается биометан, который является полным аналогом природного газа.

Основным сырьем для получения биогаза в Европе являются органические отходы: остатки еды, навоз или ил из реки. В Российской Федерации сырья для преобразования в биологический газ намного больше, но небрежная утилизация отходов и небольшая осведомленность в данной сфере мешает перейти на использование биогаза как на один из основных видов получения энергии.

Таблица 1

Содержание биогаза в сырье

Сырье в РФ	Содержание биогаза на тонну сырья, м ³
Навоз коровий и свиной	40-90
Фруктовый жом	50-70
Зерно	400-500
Биологические отходы	300-500
Ботва, трава и другая растительность	200-400

Исходя из таблицы 1 можно сделать вывод, что в России достаточно сырья для производства биологического газа. Сырье можно получать от сельскохозяйственной промышленности, предприятий по разведению животных, с отходов пищевой промышленности и т.д.

Для ряда предприятий, получения биогаза позволяет частично решить не только энергетическую проблему, но также экологическую и экономическую. Проблема сбыта отходов особенно актуальна для сельского хозяйства, пищевой промышленности, коммунального хозяйства.

Для получения биогаза применяется специальная установка—биореактор. Он представляет собой комплекс сооружений, состоящий из различных устройств, предназначенных для подготовки и хранения сырья, производства самого биогаза, а также его сбора и очистки.

Оборудование для получения биогаза дает возможность получать горючий газ непосредственно на предприятиях, сжигать его в котлах предприятия для получения промышленного пара или употреблять его на другие нужды.

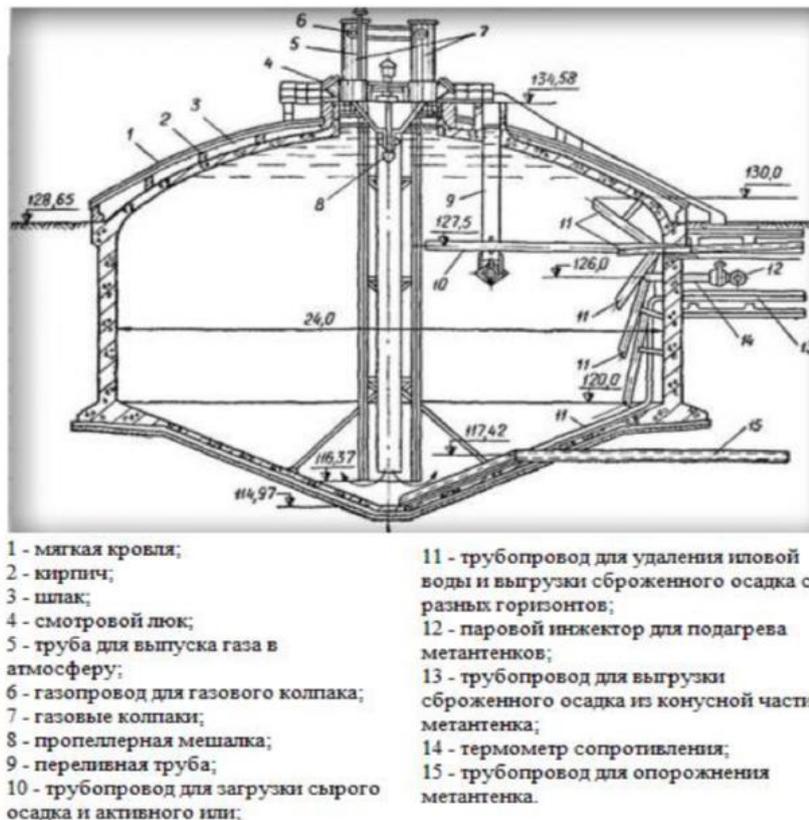


Рисунок 1. Конструкция биореактора (метантенка)

Биологический газ является одним из наиболее рентабельных вариантов топлива. Сгорание 1 м³ биогаза аналогичен сгоранию 0,6 кг бензина, 1,5 кг дров или 0,8 м³ природного газа, но при этом получение биогаза намного дешевле по себестоимости, и экологичней. Из 1 кубометра биогаза можно получить около 3 кВт/ч электроэнергии. В год, в России образуется около 800 млн тонн биологических отходов, что позволяет получить около 70 млрд кубометров биогаза, или более 100 млрд кВт/ч электроэнергии. [6]

Производство биогаза позволяет получить обширный ряд дорогих и важных продуктов, использование которых происходит без ущерба окружающей среде, таких как электричество, удобрения или тепло.

В России биогазовые станции на данный момент недостаточно популярны, хотя для многих регионов нашей страны, которые до сих пор не обеспечены природным газом, это было бы хорошим решением энергетической проблемы, тем более что сырьё в регионах с сельскохозяйственным производством в избытке.

Сфера производства биогаза очень востребована, т.к. может не только покрывать энергетические потребности предприятий, но и поставяться на местные рынки, что может положительно сказаться на улучшении экологической обстановки.

Список литературы

1. Пермякова Д.К., Пермякова Н.К. Биогаз как альтернативный источник энергии // Modern Science. 2019. № 6-1. С. 212-214.
2. Щукина А.Я., Бурундукова Д.В. Биогаз как альтернативный источник энергии // В сборнике: Татищевские чтения: актуальные проблемы науки и практики Материалы XV Международной научно-практической конференции. В 3-х томах. 2018. С. 186-196.
3. Агаркова А.И. Биогаз - как альтернативный источник энергии // В сборнике: сборник материалов X всероссийской, научно-практической конференции молодых ученых с международным участием "россия молодая" 2018. с. 42503.1-42503.4.
4. Болдин, С.В. Энергосберегающие технологии использования биогаза в когенерационных установках./ Болдин С.В. Пузиков Н.Т.//Вестник Нижегородского государственного инженерно-экономического института.– Княгинино, 2011. – Выпуск 2. – С.43-44
5. Кубанычбеков Д.К. Биогаз - как альтернативный вид источник энергии // Аллея науки. 2018. Т. 1. № 8 (24). С. 139-143.
6. Емельянова Е.А., Зырянов С.Б. Биогаз // Молодежь и наука. 2016. № 6. С. 50.
7. Копытов, В.В. Газовое топливо из органического сырья // Агрорус, 2013. – 285 с.
8. Емельянов Р.Т., Липовка Ю.Л., Циганкова А.В., Барабанщикова Н.А. Потокораспределение трубопроводной системы отопления при частотным регулировании насоса // Вестник КрасГАУ. 2014. № 11 (98). С. 182-185.

**АЛГОРИТМ ВЫДЕЛЕНИЯ КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ НА ПРЕДСТАВЛЕННОМ
В ФОРМЕ ГРАФА ЛЕСА СЕГМЕНТИРОВАННОМ ИЗОБРАЖЕНИИ**

**Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ) (проекты № 17-07-00127А, 17-07-001А, 19-07-00197А).*

Герб Владимир Яковлевич

научный сотрудник

ООО «Институт инновационных исследований» г. Москва

Лавров Василий Васильевич

кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник

ПАО Межгосударственная акционерная корпорация «Вымпел» г. Москва

Проخورов Максим Евгеньевич

кандидат технических наук, старший научный сотрудник

ПАО Межгосударственная акционерная корпорация «Вымпел» г. Москва

Рындин Юрий Георгиевич

кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник

ПАО Межгосударственная акционерная корпорация «Вымпел» г. Москва

DOI: [10.31618/nas.2413-5291.2019.3.50.126](https://doi.org/10.31618/nas.2413-5291.2019.3.50.126)

**ALGORITHM FOR SELECTING STRUCTURAL ELEMENTS IN A SEGMENTED IMAGE
PRESENTED IN THE FORM OF A FOREST GRAPH**

Gerb Vladimir Yakovlevich

researcher

Limited Liability Company Institute for Innovation Research Moscow

Lavrov Vasilii Vasilievich

Candidate of Science, leading researcher

PJSC “Interstate Joint Stock Corporation “Vimpel” Moscow

Prokhorov Maxim Evgenievich

Candidate of Science, senior researcher

PJSC “Interstate Joint Stock Corporation “Vimpel” Moscow

Ryndin Yurii Georgievich

Candidate of Science, leading researcher

PJSC “Interstate Joint Stock Corporation “Vimpel” Moscow

Аннотация

Рассматривается задача выделения типовых конструктивных элементов на прошедшем сегментацию однобайтовом оптическом изображении (ОИ) невысокого качества, структура которого представлена в виде графа леса. Ячейками отдельных деревьев графа являются выделенные сегменты изображения, образованные разрешёнными и неразрешёнными конструктивными элементами. На основе адаптивного байесова алгоритма проверки двухальтернативных гипотез синтезируется алгоритм анализа структуры графа дерева ОИ информационного объекта. При наличии априори разрешённых ОИ конструктивных элементов в структуру алгоритма вводятся процедуры обработки сегментов выделенных ветви и узла. Для обработки ОИ сегментов, образованных априори неразрешёнными конструктивными элементами в качестве признакового пространства для принятия решения предлагается использовать их скелетное представление.

Abstract

The problem of isolating typical structural elements in a segmented low-quality single-byte optical image (OI), the structure of which is presented in the form of a forest graph, is considered. Cells of individual graph trees are selected image segments formed by allowed and unresolved constructive elements. Based on the adaptive Bayesian algorithm for testing two alternative hypotheses, an algorithm for analyzing the structure of the graph tree of the information object OI is synthesized. In the presence of a priori permitted OI of structural elements, procedures for processing segments of the selected branch and node are introduced into the structure of the algorithm. To process OI segments formed a priori by unresolved structural elements as a feature space for decision making, it is proposed to use their skeletal representation.

Ключевые слова адаптивный байесов подход, граф дерева, конструктивный элемент, признак распознавания, простой скелет, радиальная функция, решающее правило, сегментированное изображение.

Keywords adaptive Bayesian approach, tree graph, structural element, recognition feature, simple skeleton, radial function, decision rule, segmented image.

Введение

Характерной особенностью исходных ОИ является то обстоятельство, что вероятностное описание как фонового излучения, обусловленного

совокупностью большого числа факторов в процессе формирования ОИ [2], так и структура ОИ наблюдаемого объекта априори неизвестны.

В [3] в рамках адаптивного байесова подхода

рассмотрена задача распознавания элементов конструкции из выбранного алфавита M эталонных объектов при наличии обучающей выборки ограниченного объема соответствующих признаков распознавания, формируемых по прошедшим сегментации ОИ. В основу решения поставленной задачи положен выбор структуры аддитивной функции потерь, что позволило задачу проверки многоальтернативной гипотезы свести к независимой проверке соответствующего числа двухальтернативных. Для разрешённых на ОИ

$$Y = \sum_{l=1}^M l * U_l;$$

$$U_l: U_l(i, j) = true \text{ при } Y(i, j) = l; \text{ иначе } U_l(i, j) = false$$

Здесь U_l – булева матрица соответствующей размерности; $l \in [1, M = 256)$ – выбранный уровень интенсивности (яркости) отдельных пикселей ОИ, N_x – количество строк Y , а N_y – количество столбов. Заметим, что справедливо соотношение $U_l \cap U_k = \emptyset$ при $l \neq k$, где \emptyset – нулевая матрица.

Соответствующие пороговые битовые ОИ при выбранном пороге l_0 вычисляются по формуле $U(l_0) = \bigcup_{l=l_0}^M U_l$. Они или их прообразы преобразования используются в процессе предыдущих этапов полного цикла обработки [1].

$$\text{при } l_1 > l_0: \forall B(\lambda(j|l_1)) \exists B(\lambda(i|l_0)) \Rightarrow B(\lambda(j|l_1)) \in B(\lambda(i|l_0)); i \in [1, S(l_0)]; j \in [1, S(l_1)],$$

которое отражает топологическое включение сегментов $B(\lambda(j|l_1)) \cap B(\lambda(i|l_0)) = B(\lambda(j|l_1))$. Следовательно, структуру ОИ можно интерпретировать в виде графа леса, включающего в себя определённое количество деревьев $L(Y) = \bigcup_{k=1}^K D_k$, структура которых восстанавливается с использованием сегментов $B(\lambda(i|l))$, выделенных при разных уровнях яркости.

Предположим, что класс эталонных объектов полный $u \in [0, U)$, проведен выбор алгоритмов формирования решающей статистики $p_a(u|\lambda)$ и их настройка (выбор порогов $c(u)$ для принятия решения). Тогда в соответствии с найденной в [3] структурой алгоритма идентификации выделенного сегмента $t \in [1, T)$ необходимо сформировать вектор нерандомизированных принятых решений $d(t) = \{d_u(t)\}$, $u \in [0, U)$ по следующему правилу

$$d_u(t) = \begin{cases} 1 & \text{при } p_a(u|\lambda(t)) \geq c(u) \\ 0 & \text{иначе} \end{cases}$$

Ситуация усложняется наличием целого ряда факторов:

Присутствие в структуре графа ветвей, строение которых определяется соотношением $F(k) = \bigcup_{l=M(k)}^{l(k)} B(\lambda(l))$; где $B(\lambda(l+1)) \in B(\lambda(l))$, т. е. сегмент “родитель” имеет только одного “наследника” (здесь опущены несущественные индексы i, j). Здесь $M(k)$ – максимальный уровень

элементов конструкции предложены признаки распознавания, инвариантные к аффинным преобразованиям на плоскости и масштабируемым по уровню интенсивности.

Описание структуры ОИ, постановка задачи и алгоритм принятия решения

Представим исходное цифровое однобайтовое изображение Y размерности $N = N_x * N_y$ с использованием аппарата булевых матриц в следующем виде

При этом остаётся справедливым соотношение $U(l_1) \in U(l_0)$ при $\forall l_1 > l_0$.

Предположим, что результат сегментации матрицы $U(l_0)$ можно представить в виде $U(l_0) = \bigcup_{i=1}^{S(l_0)} B(\lambda(i|l_0))$, где $B(\lambda(i|l_0))$ – выделенный при заданном пороговом уровне яркости i сегмент, описание которого даётся набором информативных параметров (признаков распознавания (ПР)) $\lambda(*)$, $S(l_0)$ – количество найденных сегментов. Тогда справедливо следующее утверждение

яркости появления k ветви в ОИ, а $l(k)$ – её минимальный уровень.

Наличие в структуре графе узлов, структура которых на двух соседних уровнях графа задается соотношением $H(k) = B(\lambda(l)) \cup_{j=1}^{l(k)} B(\lambda(j, l+1))$;

где $B(\lambda(l)) \cap B(\lambda(j, l+1)) \neq \emptyset$, т. е. у “родителя” имеется несколько “наследников”.

Структура сегмента образована неразрешёнными на ОИ типовыми элементами конструкции. Следовательно, настройка алгоритма принятия решения не соответствует структуре исходного ОИ и необходима дополнительная корректировка сформированного решения.

Реализация алгоритма выделения конструктивных элементов на изображении, представленном в виде графа леса.

Рассмотрим вначале алгоритм обработки сегментов, образованных априори разрешёнными элементами конструкции, при сравнительно высоких пороговых уровнях яркости.

Обработка сегментов выделенной ветви.

В найденной структуре $F(k)$ сохраняем первый и последний сегмент и сформированный вектор решений. Для остальных элементов ветви находим сегмент по критерию максимума оценки решающей статистики

$$B(\lambda(l^*)) = \arg \max_{l, u} p_a(u|B(\lambda(l))),$$

который включаем в качестве среднего элемента вместе с найденным решением в скорректированную структуру ветви.

Обработка сегментов выделенного узла.

При заданных порогах по уровням невязки между оценками информативных параметров $V(\lambda(i|l))$ и решающих статистик $p_a(u^*|B(\lambda(l)))$ принимается решение о проверке следующих гипотез:

наличие сегмента, обусловленного фоновым излучением (такие сегменты исключаются из структуры ОИ);

ОИ “родителя” и “наследников” – это ОИ одного конструктивного элемента, в случае принятия положительного решения структура графа дерева корректируется и формируется его новая ветвь по вышеприведённой процедуре;

сегменты “наследники” в полном объёме принадлежат “родителю” или сформирован сегмент из неразрешённых элементов конструкции, в первом случае структура графа не изменяется, в противном случае формируется новое представление признакового пространства.

Алгоритм анализа сегментов, сформированных априори неразрешёнными конструктивными элементами.

В этом случае найденный набор ПР не является информативным. При этом не удаётся принять нерандомизированное решение, поскольку все компоненты решающей статистики $p_a(u|B(\lambda(l)))$ ниже порогов. Такая ситуация характерна при небольших пороговых уровнях формирования $U(l_0)$. Возникает необходимость для решения целевой задачи использовать другое более сложное представление признакового пространства. В качестве такого представления выберем скелетное представление ОИ сегмента плоской фигуры [4] на бинарном изображении, в составе его скелета и радиальной функции.

Пустым или вписанным кругом сегмента $B(\lambda(l))$ называется открытый круг

$D(\mathbf{r}, R) \in B(\lambda(l))$ радиуса R с центром в точке \mathbf{r} . *Максимальным пустым кругом* называется пустой

круг, который не содержится целиком ни в одном другом пустом круге данной фигуры. *Скелетом* $S(B(\lambda(l)))$ сегмента $B(\lambda(l))$ называется множество центров всех его максимальных пустых кругов, касающихся контура. *Радиальной* или *дистанционной функцией* точки $\mathbf{r} \in B(\lambda(l))$ для фигуры $B(\lambda(l))$ называется максимальная величина радиуса пустого круга с центром в данной точке. Отличительной особенностью решаемой нами задачи является то обстоятельство, что скелеты интересующих нас конструктивных элементов достаточно просты, и при частичном перекрытии связанных с ними сегментов на совокупности бинарных ОИ их скелетное представление искажается не полным объёмом. Это обстоятельство позволяет, по крайней мере, в интерактивном режиме принимать по совокупности битовых ОИ решение о наличии у информационных объектов определённых конструктивных элементов даже при наличии их частичного разрешения с учётом найденной при более высоком пороговом уровне интенсивности информации о наличии на ОИ типовых элементов конструкции.

Для обработки такой информации нами реализован более простой алгоритм скелетизации $B(\lambda(l))$, в основу которого положен алгоритм построения прямого скелета [5], представляющего собой отрезки прямых, которые являются частями угловых биссектрис краев обрамляющего $B(\lambda(l))$ выпуклого многоугольника.

Пример обработки ОИ космического аппарата Gaofen3

В качестве примера обработки ОИ космического аппарата приведём результаты анализа полученного в натуральных условиях снимка космического аппарата (КА) Gaofen3. Соответствующий снимок приведён на рис. 1 слева. Там же приведено изображение аппарата из интернета [6] (справа вверху), а так же модель ожидаемого ОИ при определённом ракурсе наблюдения.

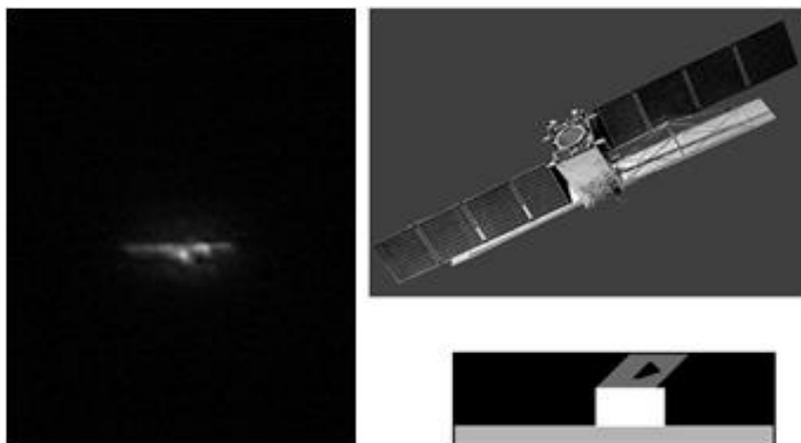


Рис.1. Используемые при обработке оптические изображения. Слева вверху – полученное в натуральных условиях ОИ. Справа – изображение аппарата из интернета. Справа внизу – модельное ОИ при наблюдении с ракурса, при котором видна функциональная антенна.

На следующем рисунке 2 приведены графы дерева: слева – граф дерева на выходе алгоритма сегментации ОИ и на входе алгоритма

идентификации конструктивных элементов в процессе полного цикла обработки исходного ОИ, справа представлен граф результирующего дерева.

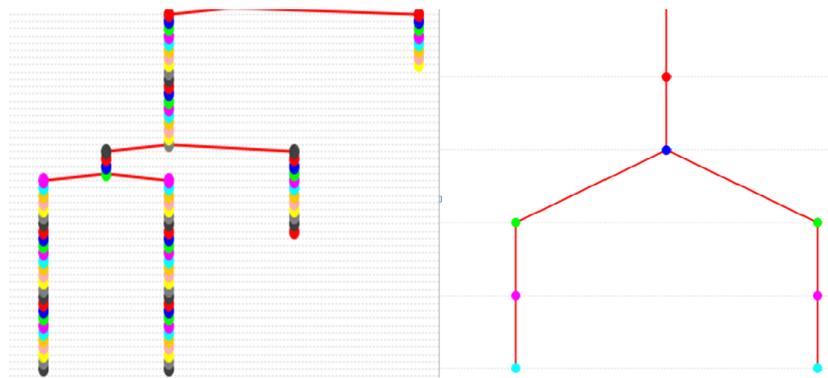


Рис.2. Графы деревьев, иллюстрирующие результаты работы алгоритма

Остановимся на интерпретации полученных результатов, которые проиллюстрированы приводимой на рис. 3 информацией. Исходное ОИ невысокого качества занимает $\cong 5\%$ всего снимка. На предварительном этапе полного цикла обработки проведено его выделение, фильтрация и сегментация, результаты которой представлены на рис. 2 в форме графа дерева (левое изображение). Ему соответствует верхнее ОИ на рис.3. Однако его структура содержит избыточную информацию (которая с высокой вероятностью связана с фоновой компонентой) с точки зрения получения устойчивого решения. Структура полученного дерева достаточно сложна, соответствующее ей изображение приведено на рис. 3 слева (верхнее изображение). В результате работы алгоритма идентификации из изображения удалены две ветви, обусловленные фоновым излучением. На левом рисунке графа дерева им соответствуют две правые ветви, а рис. 3 – два ОИ в середине, сформированные после последовательного удаления ветвей из структуры графа дерева. Оставшаяся часть графа обработана с использованием процедуры обработки выделенных ветвей. Скелеты сегментов нижнего уровня на

графах дерева (см. рис. 2) приведены на рис 3. внизу слева. Анализ их структуры показывает, что самая левая ветвь деревьев инициализирована ОИ простой формы типа прямоугольника, в то время как следующая ветвь инициализирована сегментами неразрешённых конструктивных элементов. Несмотря на то, что структура скелетона искажена, аналитик может принять решение о том, что в данном случае ОИ сегмента образовано с пересечением ОИ двух неразрешённых объектов прямоугольной формы. Скелетон результирующего ОИ (см. нижнее изображение на рис. 3) приведён справа сверху. Анализ его структуры позволяет сделать вывод, что с высокой вероятностью исходное изображение получено в условиях, близких к условиям формирования модельного ОИ. В заключение заметим, что выбранное представление ОИ инвариантно к линейным аффинным преобразованиям на плоскости и масштабированию уровней яркости. Поэтому иллюстрационный материал на рисунках представлен в форме, удобной для зрительного восприятия.

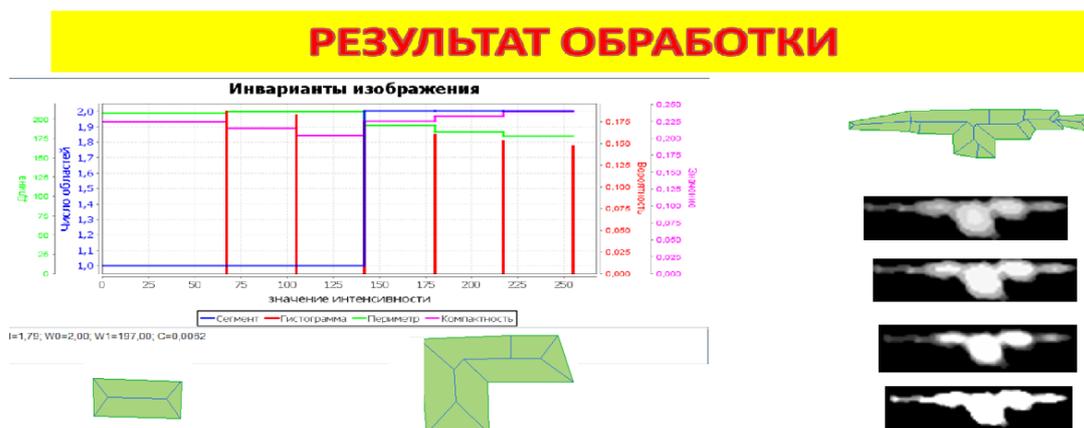


Рис. 3. Результаты обработки реального изображения. На графике приведены характеристики поведения показателей структуры результирующего ОИ как функций уровней интенсивности и их интегральные значения [3] (гистограмма – красным цветом; количество линейно-связных областей – синим; их суммарного периметра – зеленым; показателя компактности – фиолетовым).

Описание других сущностей на рисунке приведено в тексте.

Заключение

Рассмотрена задача выделения типовых конструктивных элементов на прошедшем сегментацию однобайтовом невысокого качества ОИ удалённого объекта, сформированном телескопом наземного базирования. Показано, что с использованием аппарата булевых матриц структура ОИ может быть представлена в виде графа леса, ячейками которого являются выделенные сегменты изображения, образованные разрешёнными и неразрешёнными конструктивными элементами.

На базе адаптивного байесова алгоритма проверки двухальтернативных гипотез разработан алгоритм анализа структуры графа дерева, позволяющий устранить его избыточную информативность и получить устойчивую оценку структуры ОИ информационного объекта. При наличии априори разрешённых ОИ конструктивных элементов в структуру алгоритма включены процедуры обработки сегментов выделенной ветви и сегментов выделенного узла. Для обработки ОИ сегментов, образованных неразрешёнными конструктивными элементами, предложено использовать скелетное представление сегментов в составе простого скелета и радиальной функции.

Приведён пример обработки натурального оптического изображения, полученного в условиях сложной фоновой обстановки.

УДК 697.343

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕПЛОВЫХ ВВОДОВ ТРУБОПРОВОДОВ В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА

Александра Пахомова

Студент второго курса магистратуры

Сибирский федеральный университет

г. Красноярск

DOI: [10.31618/nas.2413-5291.2019.3.50.119](https://doi.org/10.31618/nas.2413-5291.2019.3.50.119)

FEATURES OF DESIGNING THERMAL BUSHINGS OF PIPELINES IN THE FAR NORTH

Aleksandra Pakhomova

Second year student of the Siberian Federal University

Krasnoyarsk

Аннотация

В статье будет раскрыта и досконально разработана проблема прокладки и эксплуатации теплового узла в суровых климатических условиях Крайнего Севера и увеличение срока службы системы. А также рассмотрим и изучим современные предложения по борьбе с ними на примере опубликованных статей и научных исследований наших коллег.

В работе анализируются проблемы, связанные с неправильной прокладкой и эксплуатацией участков теплоснабжения и влияние экстремальных погодных условий, характерных для Крайнего Севера. В работе приводится обзор литературы, научных статей связанные с данной проблемой.

Abstract

The article will disclose and thoroughly develop the problems of laying and operating a heating unit in severe climatic conditions of the Far North and increasing the life of the system. We will also consider and study modern proposals to combat them, using the example of published articles and scientific studies of our colleagues.

Литература

1. Лавров В. В., Лучкин Р. С., Немыкин О. И., Прохоров М. Е., Рындин Ю. Г., Тюрин В. С. Методы и алгоритмы полного цикла обработки последетекторного малоконтрастного оптического изображения. «Вопросы радиоэлектроники» № 3 2018г. с. 99 – 107 <https://elibrary.ru/item.asp?id=32627982>
2. Свиридов, К.Н. Технологии достижения высокого углового разрешения оптических систем атмосферного видения. М.: Изд. “Знание”, 2005 – 452 с. - ISBN 5-07-002998-3.
3. Лавров В. В., Лучкин Р. С., Прохоров М. Е., Рындин Ю. Г. Выделение конструктивных элементов на малоконтрастном последетекторном изображении удалённого объекта в условиях априорной неопределённости <http://synergy-journal.ru/archive/article3088>
4. Maltoni D., Maio D., Jain A. K., Prabhakar S. Handbook of Fingerprint Recognition. New York, Springer-Verlag, 2003 510 p.
5. Aichholzer O., Aurenhammer F., Alberts D., Gärtner B. A Novel Type of Skeleton for Polygons. Электронный ресурс https://www.researchgate.net/publication/220349949_A_Novel_Type_of_Skeleton_for_Polygons
6. Электронный ресурс https://space.skyrocket.de/doc_sdat/gf-3.htm

The paper analyzes the problems associated with improper installation and operation of heat supply areas and the impact of extreme weather conditions characteristic of the Far North. The work provides a review of the literature, scientific articles related to this problem.

Ключевые слова: тепловая сеть; тепловая изоляция; ввод теплопровода в здание; теплоснабжение в условиях Крайнего Севера; эффективные конструкции тепловых вводов в здания в суровых климатических условиях.

Keywords: thermal network; thermal insulation; heat supply to the building; heat network; thermal insulation; heat input to the building.

Последнее время уделяется много внимания по освоению и развитию Крайнего Севера. А также не стало исключением подключение и организация центрального, котельного теплоснабжения в отдельных селах и районах. Но отсутствие эффективных решений по эксплуатации тепловых вводов в здания, неразвита методика теплоснабжения в суровых Северных климатических условиях значительно влияет на надежность и эффективность работы систем, приводящая к значительным экономическим потерям для социальной среды [7].

Так прокладка труб в условиях Крайнего Севера существенно отличается, ведь продолжительность периода отопления длится почти девять – десять месяцев, что может значительно повлиять на срок службы конструкций теплоснабжения и быстрому истощению материалов, а ремонт и другие какие-либо вмешательства в период применения (эксплуатации) отопления могут быть затруднены тем, что зимой трудно найти участок аварии и быстро среагировать на прорыв [6,7]. Авария может привести к замерзанию подключенных к нему потребителей, снижению температуры в домах. Малейшее промедление при «слишком» низких температурах (-50 – -70°C см. СП131.13330.2012 «Строительная климатология») может привести к полному замерзанию жилых домов за считанные часы, при которых могут произойти значительные последствия.

На срок и качества эксплуатации могут влиять:

- резкие изменения температуры зимой и летом;
- продолжительность периода эксплуатации;
- высокие потери теплоты по всей продолжительности магистралей теплоснабжения;
- не герметичность узлов вводов и участков подключения ответвлений;
- не достаточная защита трубопроводов от влаги и холода;
- способ прокладки магистралей;
- некачественное топливо;
- большая протяженность между абонентами теплоснабжения [2].

Также к проблемам при эксплуатации теплоснабжения можно отнести не коммуникабельность населения, нехватку специалистов, работающих с относительно новыми способами и методами теплоснабжения зданий в условиях Крайнего Севера.

В статье [6] говорится о том, что энергоснабжение теплоснабжения относится к сложным техническим системам, для которого

требуется чуть больше времени для восстановления системы. К тому же приводится проблема обеспечения эффективности и надежности систем, которая является «головной болью» в циркумполярных регионах. Как и любые другие системы, надежность теплоснабжения и ее безопасность определяется непрерывной работой подсистем как общей составляющей из отдельных деталей, и временем восстановления после аварии.

Как пример, в статье Прохоров привел несколько причин поломок в системе, которые значительно повлияли на социальную среду и имели достаточно опасные последствия из-за сложных и суровых климатических факторов, сильных ветров, больших сугробов. Из-за большой протяженности трубопроводов трудно определить участки аварии.

Результатом анализа аварий и наблюдений автора, интенсивность аварийных ситуаций и поломок случается из-за недостаточной герметизации систем, утечек теплоносителя и промедление с выявлением проблем. Их интенсивность повышается в период с декабря по январь, которые по своду правил считаются самыми холодными.

Автор Прохоров Д.В. делает вывод, что надежность системы зависит от многих факторов, в том числе климатических и человеческих, абсолютно устранить которые практически невозможно. Самым слабым звеном по надежности в энергоснабжении Севера считается транспортировка тепла. Важной характеристикой при суровых условиях Крайнего Севера является время устранения неполадок.

Герметизация и сохранения тепла теплоносителя является одной из основных проблем теплоснабжения. Автор Прокопьева Д.А. приводит один из методов герметизации узла ввода трубопроводной системы в здание, предназначенной для предотвращения замораживания магистрали теплоснабжения проходящий через неотапливаемое помещение [3].

Из статьи следует, что теплозащищенный узел ввода трубопроводной системы в здание состоит из сетевого трубопровода с теплоизоляцией в проходе ограждения. Введены новые составляющие, выполненные многослойностью и содержащей дополнительный промежуточным и наружным слоем, установленными с возможностями обеспечения терморегуляции для сохранения целостности трубопровода и мерзлотных свойств грунтов под зданием, при этом на теплоизоляционный слой трубопровода установлен навивной гибкий трубопровод из сшитого

полиэтилена, а на навивной гибкий трубопровод установлена наружная теплоизоляция, в частности, из пенополиуретановых скорлуп [3].

Эта полезная модель предназначена для широкомасштабного строительства и строительства для регионов Крайнего Севера, а также для устранения аварий, таких как трещины и разрывы труб, возникших в наиболее уязвимых участках инженерных трубопроводных систем.

Реализация полезной модели позволяет получить следующие технические результаты: повышение теплозащитных свойств, надежности и расширение арсенала технических средств, направленных на защиту узлов ввода, эксплуатируемых в циркулярных регионах [3,4,6].

Тепловой узел при врезке трубопровода в здание является одной из главных составляющих в структуре отопления и теплоснабжения. Так же она наиболее подвержена к износу, по причине недостаточной герметичности, изолированности и коррозионности.

В статье [4] приводится полезная модель конструкции ввода трубопровода в системы в здания, изученная и заявленная на патент. Данная конструкция является или может являться частью гидроизолированного узла ввода теплоснабжения, предназначенного для предотвращения замораживания трубопроводов тепловой сети находящейся или проходящей в неотапливаемом подвале или цокольном этаже.

Данная конструкция автора сделана с целью повышения теплозащитных свойств и надежности, снижения монтажных работ, расширение и усовершенствование технических свойств элемента. Назначение конструкции направлено на защиту теплового узла трубопроводных систем в зданиях, применяемых в суровых климатических условиях Севера [3].

Предъявленная модель Прокопьевой Д.А и Липовки Ю.Л отличается от обычных узлов ввода тем, что содержит теплоизоляцию, выполненную в виде теплогидроизоляционной кассеты с покрытием. Кассета состоит из полипропиленовых полутруб, туго соединенных с трубопроводом с двух сторон, окутывая изолированную магистраль теплоснабжения. Вся эта конструкция покрыта фольгированным утеплителем, образуя теплогидроизоляционное покрытие кассеты [4].

Внедрение теплогидроизоляционной конструкции ввода трубопровода в здания может привести к значительному снижению использования рабочей силы и дает возможность сконструировать модель на месте, расширить или сузить по размеру спроектированного отверстия, повысить надежность работы системы отопления в условиях Крайнего Севера [4].

«Гибкость» предложенной модели позволяет использовать ее не только в системе отопления, но и в водоснабжении, водоотведении, а также в других отраслях, где используются трубы и понадобится теплогидроизоляция.

В результате изучения научных публикаций можно сделать вывод, что теплоснабжение является сложной составляющей, включающая в себя непростую задачу сохранения теплоэффективности на долгое время, устойчивости к внешним и внутренним воздействиям в условиях Крайнего Севера. Так же Крайний Север (на примере Республики Саха (Якутия)) является только развивающейся и внедряющейся в изучении центрального магистрального теплоснабжения. Но, не смотря на то, что центральное теплоснабжение является «молодой» отраслью, в научной деятельности просматривается некий успех.

Таким образом, авторы обосновывают проблемы теплоснабжения Крайнего Севера и предлагают свои варианты решения их, которые могут хоть и не совсем решить их, но улучшить и предотвратить возникающие основные причины неполадок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абрамян С.Г., Болдырев А.А. Современные антикоррозийные защитные покрытия магистральных трубопроводов: сборник научных статей Международной конференции, посвященной 80-летию строительного образования и 40-летию архитектурного образования Волгоградской области. – Волгоград: ВолГАСУ, 2010. – 537 с.

2. Гаврилов С.Ю., В.В. Адриевский Особенности схемы централизованного теплоснабжения г. Якутск, журнал «Новости теплоснабжения» №3 (103), 2009 г. URL: https://www.rosteplo.ru/Tech_stat/stat_shablon.

3. Липовка Ю.Л., Липовка С.Л., Прокопьева Д.А. Конструкция ввода трубопроводной системы в здания: научная статья. – Красноярск, Бюл. №29, 2018 – режим доступа к статье: <https://elibrary.ru/item.asp?id=38158339>

4. Липовка Ю.Л., Липовка С.Л., Прокопьева Д.А. Теплозащитный узел ввода трубопроводной системы в здания: научная статья. - Красноярск, Бюл. №6, 2019 – режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=38143680>

5. Подковырина К.А., Подковырин В.С., Назиров Р.А. Особенности проектирования зданий и сооружений в северных широтах с точки зрения строительной физики: Урбанистика. – 2017. – № 4. – С. 78 - 85. режим доступа: https://nbpublish.com/library_read_article.php?id=249

6. Прохоров В.А., Иванов В.Н., Попов М.В. Проблема обеспечения безопасности системы теплоснабжения населенных пунктов Якутии, Безопасность труда в промышленности: пособие научных статей, 2009, 12, 49-52

7. Прохоров Д.В., Прохоров В.А., Петров Н.А. Надежность систем энергетики Крайнего Севера // Journal of Siberian Federal University. 1 Engineering & Technologies, 2017, 10(8) 1007-1011.

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ, РАБОТАЮЩИХ НА ГАЗОВОМ ТОПЛИВЕ

Самородская Ольга Александровна

*Студент магистратуры, кафедры «ГМиТМ»,
Омский Государственный Технический Университет, г. Омск.*

Лысенко Евгений Алексеевич

*научный руководитель, доцент кафедры ГМиТМ,
кандида технических наук,*

Омский Государственный Технический Университет, г. Омск.

FEATURES OF TECHNICAL MAINTENANCE OF VEHICLES OPERATING ON GAS FUEL

Samorodskaya Olga Alexandrovna

*Master's student, department "GMiTM",
Omsk State Technical University, Omsk.*

Lysenko Evgeny Alekseevich

*Scientific adviser, associate professor of the Department of GMiTM,
Candidate of Technical Sciences,*

Omsk State Technical University, Omsk.

Аннотация

В данной статье были выявлены отличительные особенности технического обслуживания автомобилей, эксплуатируемых на газозоудушнои топливе.

Annotation

In this article, the distinctive features of the maintenance of vehicles operating on gas-air fuel were identified.

Ключевые слова: техническое обслуживание автомобилей; газобаллонное оборудование; техническое обслуживание ГБО; особенности ТО.

Key words: car maintenance; gas equipment; HBO maintenance; features TO.

Количество автомобилей в мире только увеличивается. Они являются основным средством передвижения, используемым людьми. Человек уже не представляет свою жизнь без них. Но чтобы автомобили долго служили своим владельцам, последние обязаны должным образом ухаживать за ними, то есть проводить регулярные технические обслуживания. Эти манипуляции значительно продлят срок службы автомобиля [1].

К техническому обслуживанию относят такие работы как: смазочно-заправочные, уборочно-моечные, контрольно-диагностические, регулирование различных механизмов и замена расходных материалов. ТО производят исходя из пробега автомобиля, но также большую роль играет качество производимого обслуживания и материалов, условия эксплуатации.

На данный момент все чаще как компании, так и частные лица стали переводить свои транспортные средства на сжиженный нефтяной или сжатый природный газы.

В данной статье будет рассмотрено отличие сервисного обслуживания автомобиля, эксплуатируемого на газу (пропан-бутане/метане).

При техническом обслуживании автомобилей, эксплуатируемых на газу, помимо плановых воздействий, характерных для каждого авто, появляется и ряд работ, связанных именно с газовым оборудованием.

Для газобаллонных автомобилей были установлены следующие виды ТО:

1. ЕО – ежедневное техническое обслуживание;

2. ТО-1 – первое техническое обслуживание;
3. ТО-2 – второе техническое обслуживание;
4. Техническое освидетельствование газовых баллонов.

Работы ТО-1 и ТО-2 газовой системы питания выполняются с той же периодичностью, что и тех. обслуживание самого автомобиля [2].

Рекомендуемая периодичность технического обслуживания газобаллонного оборудования для ТО-1 = 8000-10000 км. пробега, для ТО-2 = 15000 км. пробега.

Освидетельствование газовых баллонов производится, чтобы обезопасить владельца автомобиля и выполняется с разной периодичностью в зависимости от вида используемого газа. Так, для автомобилей, эксплуатируемых на метане (природном газе), освидетельствование проводится 1 раз в 3 года, а для авто, работающих на пропан-бутане – 1 раз в 2 года [3].

Разберем каждое техническое обслуживание более подробно.

Ежедневное обслуживание производится визуальным способом. В него входит осмотр креплений газовых баллонов (они не должны соприкасаться с кузовом/крышей), газопроводов и арматур (не должны быть деформированы). Также осматривается общее состояние газового оборудования. Особое внимание стоит уделять контролю герметичности элементов и соединений всего ГБО. Также стоит обратить особое внимание на отсутствие запаха.

В ТО-1 входит проверка внутренней герметичности расходных вентилей, а также наружной герметичности газового баллона. При данном виде технического обслуживания производятся следующие очистительные работы: очистка корпусов фильтрующих элементов газовых фильтров, электромагнитного клапана, редукторов высокого и низкого давления. Также выполняется осмотр внешнего состояния и крепления элементов газобаллонного оборудования.

ТО-2 включает часть работ ТО-1 и еще ряд дополнительных контрольно-диагностических, крепежных, ремонтных и регулировочных операций, производимых со снятием в необходимых случаях элементов газовой системы питания.

При втором техническом обслуживании тщательно проверяют крепление узлов и приборов газовой системы, работу редукторов высокого и низкого давления, дозирующе-экономайзерных устройств, предохранительного клапана, подогревателя, испарителя, карбюратора-смесителя, манометров высокого и низкого давления с помощью специального диагностического оборудования. В случае обнаружения неисправностей их устраняют, а затем регулируют названные узлы и приборы.

Также при ТО-2 снимают электромагнитный клапан-фильтр, очищают отстойник фильтра. При необходимости заменяют фильтр и шток и другие неисправные детали, собирают и проверяют работоспособность, устанавливают электромагнитный клапан на место. Производится замена масла. Рекомендуется заливать синтетическое масло для газомоторных двигателей.

Также стоит отметить, что эксплуатируя автомобиль на газу, следует производить замену масла реже обычного, но использовать нужно специальное масло для газа. Это происходит из-за того, что масло не разжижается, в меньшей степени подвергается загрязнению и дольше сохраняет свои свойства. При работе двигателя на газовом топливе происходит более полное сгорание газозвушной смеси, благодаря чему улучшаются условия смазки трущейся пары цилиндр — поршневые кольца, так как газовое топливо не смывает масло с их стенок и не растворяет его. Вследствие уменьшения углеродистых осадков не накапливаются смолистые отложения в камере сгорания, и поэтому уменьшается нагарообразование на головке блока и на поршнях.

Используя газ, двигатель работает до наступления капитального ремонта в 1,5-2 раза дольше, чем если бы работал только на бензине. Мотор не детонирует ни на одном из режимов работы, так как октановое число газового топлива больше чем у бензина и составляет 100-110 единиц.

Топливо сгорает более медленно и двигатель работает тише и мягче. В разы снижается уровень шума двигателя при работе [1].

В автомобилях, работающих на метане выполняют смазку резьбовых соединений штоков магистрального, наполнительного и расходных вентилей.

При данном техническом обслуживании выполняется часть ремонтных работ таких как: снятие рукава высокого давления (РВД), замена мембраны, уплотнительной прокладки в соединениях с манометром и предохранительным клапаном, замена фильтров РВД и рукава низкого давления, проверка на стенде внутренней и внешней герметичности, производят регулировку выходного давления. Производится проверка давления. При необходимости регулируют газовые редукторы и карбюратор-смеситель. Проверяют также легкость пуска и работу двигателя на газе и бензине.

Увеличение количества легковых автомобилей требует своевременного обслуживания и ремонта в полной мере, а также надлежащего качества. Это возможно только на современных станциях технического обслуживания с высокопроизводительным оборудованием.

Запасы природного газа в нашей стране довольно большие и его стоимость значительно ниже, следовательно, и перевод автомобилей на данный вид топлива целесообразен как в экономических, так и в экологических смыслах. Ведь природный газ, на сегодняшний день, является самым экологичным видом топлива [4]. Тем более, транспортные средства, эксплуатируемые на газу, реже нуждаются в техническом обслуживании и «чувствуют» себя гораздо лучше.

Список литературы

1. Техническая эксплуатация газобаллонных автомобилей: Учебное пособие /Н.Г. Певнев, А.П. Елгин, Л.Н. Бухаров, Под ред. Н.Г. Певнева. – 2-е изд., перераб. и дополненное.– Омск: Изд-во СибАДИ, 2010.– 202 с.
2. Сравнение, технические характеристики и описание альтернативного топлива и газобаллонного оборудования – режим доступа к изд.: <https://promkriogen.ru/v-kakix-sluchayah-vygodno-ispolzovat-gbo/>
3. Освидетельствование баллонов – режим доступа к изд.: <https://www.mgpz.ru/glavnaya/132-attestatsiya-ballonov>
4. Экология и природоохранная деятельность на транспорте: Тематический сборник нормативно-справочных материалов /Министерство транспорта РФ.–М., 1993.–200 с

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

УСТОЙЧИВОСТЬ КОЛЛИНЕАРНЫХ ТОЧЕК ЛИБРАЦИИ В ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ОБОБЩЕННОЙ ФОТОГРАВИТАЦИОННОЙ ЗАДАЧЕ ТРЕХ ТЕЛ ПРИ РЕЗОНАНСЕ ТРЕТЬЕГО ПОРЯДКА

Турешбаев Абдильда Турешбаевич

кандидат физико-математических наук

Кызылординский государственный

университет имени Коркыт Ата

г.Кызылорда

Омарова Улбосын Шаихиевна

кандидат технических наук

Университет Туран

г.Алматы

DOI: [10.31618/nas.2413-5291.2019.3.50.124](https://doi.org/10.31618/nas.2413-5291.2019.3.50.124)

SUSTAINABILITY OF COLLINEAR LIBRATION POINTS IN A SPATIAL GENERALIZED THREE-BODY PHOTOGRAVITATION PROBLEM WITH RESONANCE OF THIRD ORDER

Tureshbaev Abdilda Tureshbaevich

Candidate of physical and mathematical sciences

Kyzylorda State Korkyt Ata University

Kyzylorda city

Omarova Ulbossyn Shaikhiyevna

Candidate of technical sciences

University of Turan

Almaty city

Аннотация

Изучается устойчивость облачных скоплений газопылевых частиц в поле двойных звездных систем. В качестве динамической модели рассматривается фотогравитационная ограниченная задача трех тел с двумя излучающими массами. Исследуется устойчивость коллинеарных точек либрации в пространственной задаче при резонансе третьего порядка.

Abstract

The stability of cloud clusters of gas and dust particles in the field of binary stellar systems is studied. As a dynamic model, the photogravitational limited three-body problem with two radiating masses is considered. The stability of collinear libration points in a spatial problem with a third-order resonance is investigated.

Ключевые слова: устойчивость; поле; фотогравитация; либрации

Keywords: sustainability; field; photogravitation; libration

Движение частицы $P(x, y, z)$ пренебреженно малой массы будем изучать в поле двух гравитирующих и одновременно излучающих тел S_1 и S_2 , считаемых материальными точками, и, обращающихся друг относительно друга по кеплеровой орбите. Начало O прямоугольной системы координат $Oxyz$ поместим в центр масс основных тел; ось Ox направим вдоль прямой, соединяющей основные тела, а ось Oz – перпендикулярно плоскости их орбитального движения в сторону, откуда вращение видно происходящих против хода часовой стрелки. При этом для удобства выберем следующие единицы измерения: сумму масс основных тел S_1 и S_2 примем за единицу массы, расстояние между ними

– за единицу длины, отношение $T/2\pi$ – за единицу времени (где T – период обращения основных тел). Тогда движение частицы задается каноническими уравнениями

$$\frac{d\bar{q}_i}{dt} = \frac{\partial H}{\partial \bar{p}_i}, \quad \frac{d\bar{p}_i}{dt} = -\frac{\partial H}{\partial \bar{q}_i}, \quad (i = 1, 2, 3) \quad (1)$$

где \bar{q}_i – декартовы координаты частицы $P(x, y, z)$, \bar{p}_i – соответствующие канонические импульсы, а $H(x, y, z, \bar{p}_1, \bar{p}_2, \bar{p}_3)$ – аналитическая функция Гамильтона относительно координат и импульсов, которая в нашем случае имеет вид

$$H = \frac{1}{2}(\bar{p}_1^2 + \bar{p}_2^2 + \bar{p}_3^2) + (\bar{p}_1 y - \bar{p}_2 x) - Q_1(1 - \mu)/R_1 - Q_2\mu/R_2, \\ R_\alpha = \sqrt{(x - x_\alpha)^2 + y^2 + z^2}, \quad (\alpha = 1, 2) \quad (2)$$

Здесь Q_1 и Q_2 – коэффициенты редукции масс основных тел, которые для коллинеарных точек

могут принимать как положительные, так и отрицательные значения [1].

Исследуем устойчивость КТЛ в возмущения, выводящие ее из плоскости вращения предположении, что орбита основных тел круговая, основных тел S_1 и S_2 . а частица P бесконечно малой массы в начальный момент времени испытывает начальные В уравнения (1) вводим возмущения по формулам

$$\begin{aligned} x = x^* + q_1, y = q_2, z = q_3, \bar{p}_1 = \bar{p}_1^* + p_1, \bar{p}_2 = p_2, \bar{p}_3 = p_3 \\ p_1^* = x^*, p_2^* = y^* = p_3^* = z_0^* = 0. \end{aligned} \quad (3)$$

где

$$x^* = 0,5(Q_1^{2/3} - Q_2^{2/3} - 1) - \mu, \quad \bar{p}_1^* = \mp 0,5 \sqrt{2(Q_1^{2/3} + Q_2^{2/3}) - (Q_1^{2/3} - Q_2^{2/3}) - 1}. \quad (4)$$

Раскладывая функцию Гамильтона в ряд по рассматриваемой коллинеарной точки, степеням возмущений q_i и p_i в окрестности принимаемой за начало координат, получим

$$H = H_2 + H_3 + H_4 + \dots \quad (5)$$

Здесь H_m - однородные полиномы степени m ($m = 2,3,4, \dots$) относительно обобщенных координат q_i и импульсов p_i , так что

$$H_m = \sum_{v+l=m} h_{v_1 v_2 v_3 l_1 l_2 l_3} \cdot q_1^{v_1} q_2^{v_2} q_3^{v_3} p_1^{l_1} p_2^{l_2} p_3^{l_3} \quad (6)$$

Тогда в выражении (5) формы H_2, H_3 и H_4 с учетом (3) примут следующий вид:

$$\begin{aligned} H_2 = \frac{1}{2}(p_1^2 + p_2^2 + p_3^2) + p_1 q_2 - p_2 q_1 + h_{200} q_1^2 + h_{020} q_2^2 + h_{002} q_3^2 + h_{110} q_1 q_2 + \\ + h_{101} q_1 q_3 + h_{011} q_2 q_3, \end{aligned} \quad (7)$$

$$\begin{aligned} H_3 = h_{300} q_1^3 + h_{030} q_2^3 + h_{300} q_3^3 + h_{210} q_1^2 q_2 + h_{201} q_1^2 q_3 + \\ + h_{120} q_1 q_2^2 + h_{021} q_2^2 q_3 + h_{102} q_1 q_3^2 + h_{012} q_2 q_3^2 + h_{111} q_1 q_2 q_3, \end{aligned} \quad (8)$$

$$\begin{aligned} H_4 = h_{400} q_1^4 + h_{040} q_2^4 + h_{004} q_3^4 + h_{310} q_1^3 q_2 + h_{130} q_1 q_2^3 + \\ + h_{103} q_1 q_3^3 + h_{301} q_1^3 q_3 + h_{031} q_2^3 q_3 + h_{013} q_3^3 q_2 + h_{211} q_1^2 q_2 q_3 + \\ + h_{121} q_1 q_2^2 q_3 + h_{112} q_1 q_2 q_3^2 + h_{220} q_1^2 q_2^2 + h_{202} q_1^2 q_3^2 + h_{022} q_2^2 q_3^2, \end{aligned} \quad (9)$$

где

$$\begin{aligned} h_{200} = -8a, h_{020} = 4a, h_{002} = 4a, h_{110} = 0, h_{101} = 0, h_{011} = 0 \\ h_{300} = 16b, h_{120} = -16b, h_{102} = -16b, h_{030} = 0, h_{003} = 0, h_{210} = 0, \\ h_{201} = 0, h_{021} = 0, h_{012} = 0, h_{111} = 0, \\ h_{400} = -32c, h_{040} = -12c, h_{004} = -12c, h_{220} = 32c, h_{202} = 32c, \\ h_{022} = -8c, h_{310} = 0, h_{130} = 0, h_{103} = 0, h_{301} = 0, h_{031} = 0, \\ h_{013} = 0, h_{211} = 0, h_{121} = 0, h_{112} = 0, \\ a = \frac{Q_1(1-\mu)}{|Q_1^{2/3} - Q_2^{2/3} + 1|^3} + \frac{Q_2 \mu}{|Q_1^{2/3} - Q_2^{2/3} - 1|^3}, \\ b = \frac{Q_1(1-\mu)(Q_1^{2/3} - Q_2^{2/3} + 1)}{|Q_1^{2/3} - Q_2^{2/3} + 1|^5} + \frac{Q_2 \mu (Q_1^{2/3} - Q_2^{2/3} - 1)}{|Q_1^{2/3} - Q_2^{2/3} - 1|^5}, \quad (11) \quad c = \frac{Q_1(1-\mu)}{|Q_1^{2/3} - Q_2^{2/3} + 1|^5} + \frac{Q_2 \mu}{|Q_1^{2/3} - Q_2^{2/3} - 1|^5} \end{aligned} \quad (10)$$

Вопрос об устойчивости исследуемых пространственных коллинеарных точек сводится к задаче об устойчивости положений равновесия $q_i = p_i = 0$ ($i=1,2,3$) автономной гамильтоновой системы с тремя степенями свободы. Как видно из (7), здесь имеем случай, когда H_2 не является знакоопределенной функцией, а характеристическое уравнение системы не имеет

корней с ненулевой вещественной частью. Следовательно, из устойчивости линейной системы не следует устойчивость полной системы.

Раскладывая функцию Гамильтона в ряд по степеням q_i, p_i в окрестности рассматриваемого положения равновесия, сначала гамильтониан H_2 приводим к нормальной форме в виде

$$K_2 = \omega_1 r_1 - \omega_2 r_2 + \omega_3 r_3. \quad (12)$$

Структура нормальных форм H_3 и H_4 зависит от вида резонансного соотношения

$$k_1 \omega_1 + k_2 \omega_2 + k_3 \omega_3 = 0, (|k_1| + |k_2| + |k_3| \leq 4), \quad (13)$$

где частоты главных колебаний ω_i для рассматриваемых точек либрации равны

$$\omega_1 = \sqrt{(2-a + \sqrt{(9a-8)a})/2}, \quad \omega_2 = \sqrt{(2-a - \sqrt{(9a-8)a})/2}, \\ \omega_3 = \sqrt{a}. \quad (14)$$

Исследуем устойчивость коллинеарных точек либрации при двухчастотных резонансах. Для коллинеарных точек либрации возможными оказались следующие двухчастотные резонансы: $\omega_1 = 2\omega_2$, $\omega_1 = 3\omega_2$, $2\omega_1 = \omega_3$, $3\omega_1 = \omega_3$, $2\omega_2 = \omega_3$, $3\omega_2 = \omega_3$.

Резонансы $\omega_1 = 2\omega_2$ и $\omega_1 = 3\omega_2$, обнаруженные в плоской задаче, были изучены в работах [2,3]. В пространственной фотогравитационной задаче возможными оказались резонансы третьего и четвертого порядков

$$2\omega_1 = \omega_3, 2\omega_2 = \omega_3, 3\omega_1 = \omega_3, 3\omega_2 = \omega_3.$$

Заметим, что два последних резонанса

$3\omega_1 = \omega_3$ и $3\omega_2 = \omega_3$ совпадают. Для построения резонансных кривых (в области устойчивости в линейном приближении системы) для соответствующего конкретному резонансному значению коэффициента a строится кривая, определяемая выражением

$$\frac{Q_1(1-\mu)}{|Q_1^{2/3} - Q_2^{2/3} + 1|^3} + \frac{Q_2\mu}{|Q_1^{2/3} - Q_2^{2/3} - 1|^3} = a.$$

При резонансе $2\omega_1 = \omega_3$ (в котором не участвует частота плоских колебаний), которому отвечает значение параметра $a = 4(1 + 2\sqrt{7}) / 27$, нормализованный гамильтониан примет вид [4]

$$H = 2\omega_1 r_1 - \omega_1 r_3 + A(\omega_1, \omega_3) r_3 \sqrt{r_1} \sin(\phi_1 + 2\phi_3) + O((r_1 + r_3)^2), \quad (15)$$

где $A(\omega_1, \omega_3) = -\sqrt{\omega_1(x_{1002}^2 + y_{1002}^2)}$, а коэффициенты x_{1002} и y_{1002} имеют вид

$$x_{1002} = -\frac{\omega_1 h_{0111}}{2\omega_1} - \frac{h_{1002}}{2} + \frac{h_{1200}}{2\omega_1^2}, y_{1002} = -\frac{\omega_1 h_{0012}}{2} + \frac{\omega_1 h_{0210}}{2\omega_1^2} + \frac{h_{1101}}{2\omega_1},$$

которые для коллинеарных точек принимают значения

$$x_{1002} = -\frac{h_{1200}}{2\omega_1^2}, y_{1002} = 0, \quad (16)$$

следовательно выражение

$$A(\omega_1, \omega_3) = -\sqrt{\omega_1(x_{1002}^2 + y_{1002}^2)} = -\sqrt{\omega_1} x_{1002},$$

нигде в нуль не обращается, следовательно по теореме Арнольда - Мозера при резонансе третьего порядка из области устойчивости в первом приближении коллинеарные точки либрации неустойчивы.

Список литературы

1. Kunitsyn A.L., Tureshbaev A.T. On the collinear libration points in the photogravitational three-body problem. *Celestial Mechanics*. 1985. V. 35. P. 105-112.

2. Маркеев А.П. Точки либрации в небесной механике и космодинамике. М.:Наука, 1978. 312 с.

3. Тхай Н.В. Устойчивость коллинеарных точек либрации фотогравитационной задачи трех тел при внутреннем резонансе четвертого порядка // ПММ.2012. Т.76. Вып.4. С.610-615.

4. Тхай Н.В. Устойчивость коллинеарных точек либрации при внутреннем резонансе третьего порядка // АиТ. 2011. №9. 121126.

ЛАБОРАТОРНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УСКОРЕНИЯ СВОБОДНОГО ПАДЕНИЯ

Агафонцев Валерий Васильевич
кандидат технических наук, г. Псков,
Недосвитий Илья Константинович
Трухман Григорий Павлович
Яблоков Антон Михайлович
учащиеся 11-го класса
Псковского технического лицея

LABORATORY INSTALLATION FOR DETERMINATION ACCELERATING FREE FALL

Agafontsev Valeriy Vasilievich
candidate of Technical Sciences, Pskov,
Nedosvitiy Ilya Konstantinovich
Trukhman Grigoriy Pavlovich
Yablokov Anton Mikhailovich
11th grade students
Pskov Technical Lyceum

Аннотация

Целью статьи является улучшение технических характеристик известных дидактических моделей лабораторных установок для определения ускорения свободного падения. Это достигается использованием двух инфракрасных оптических датчиков, регистрирующих моменты пролёта между ними стального шарика.

Abstract

The aim of the article is to improve the technical characteristics of the well-known didactic models of laboratory facilities for determining the acceleration of gravity. This is achieved using two infrared optical sensors that record the moments of passage between them of a steel ball.

Ключевые слова: оптический датчик, инфракрасный канал.

Keywords: optical sensor, infrared channel.

Известны лабораторные установки, предназначенные для определения ускорения свободного падения. В этих установках электронным таймером фиксируется время от сигнала начала падения и до сигнала окончания падения стального шарика. Так, в установке, представленной в работе [1], отсчёт времени падения ведётся от момента подачи сигнала на электромагнит, удерживающий шарик, и до момента появления звукового сигнала от удара шарика о пол. При этом звуковой сигнал улавливается встроенным микрофоном электронного конструктора, преобразуется в электрический сигнал, усиливается и останавливает счёт времени на таймере. В этом случае таймер зафиксировывает время, равное времени свободного падения шарика плюс время прохождения звука на расстояние от места удара шарика до электронного конструктора. Если взять такое расстояние 1 метр и учесть скорость распространения звука в воздухе 331 м/с, то это время составит приблизительно 3 миллисекунды. Кроме того, счёт времени от сигнала, подаваемого

на электромагнит, является неточным, так как время отпускания шарика электромагнитом зависит от его силы. Эти два фактора в случае падения шарика с малой высоты вносят большую погрешность в точность измерения времени падения и, следовательно, в точность определения ускорения свободного падения. В лабораторной установке, представленной в работах [2] и [3], отсчёт времени падения шарика ведётся от момента подачи сигнала на электромагнит и до момента пролёта шарика через оптический датчик. Использование оптического датчика позволяет существенно повысить точность измерения времени свободного падения, но при этом сохраняется недостаток, связанный с электромагнитом.

На рис. 1 представлен общий вид предлагаемой лабораторной установки. В ней электромагнит используется *только* для обеспечения нулевой начальной скорости падения шарика. С высокой точностью фиксируется время пролёта шарика между оптическими датчиками 1 и 2.

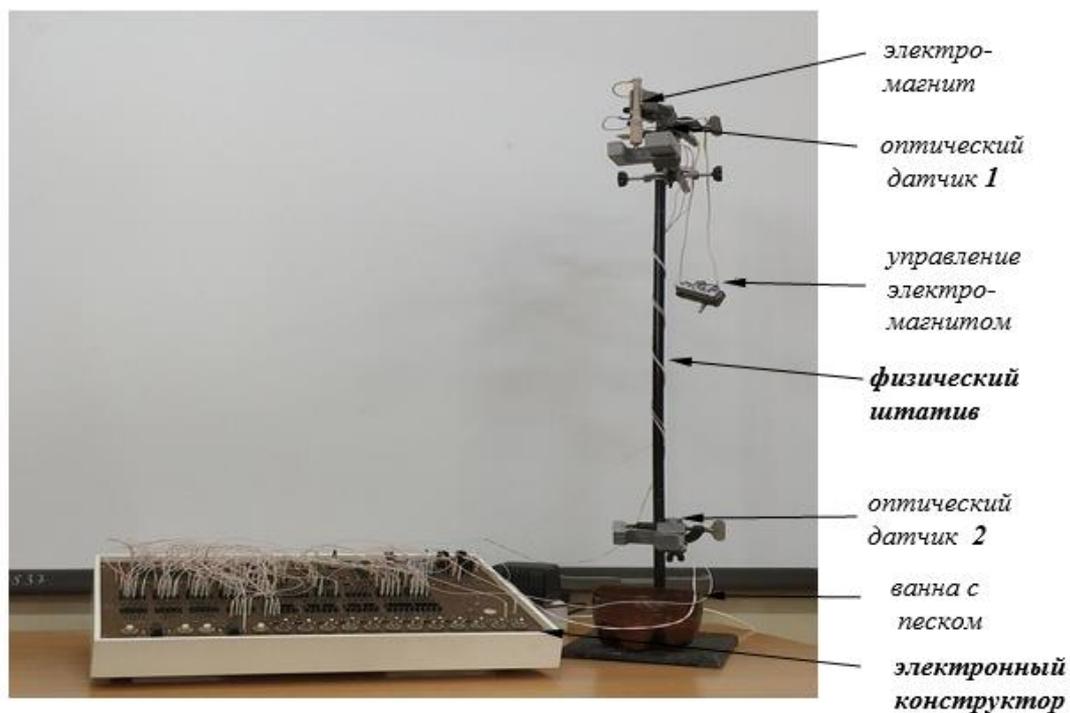
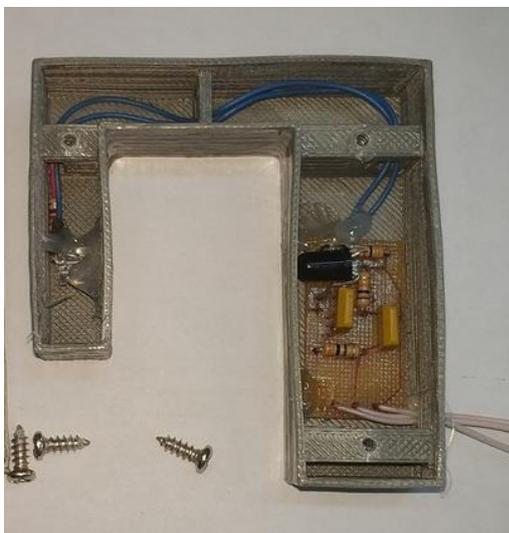
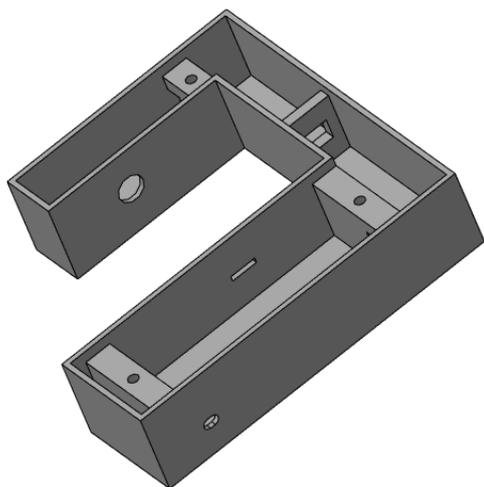


Рисунок 1. Общий вид лабораторной установки

В состав лабораторной установки входит электронный конструктор и физический штатив с установленными на нём тремя лапками. На верхней лапке крепится электромагнит, управляемый автономно от пальчиковой батарейки и способный удерживать стальной шарик диаметром 18 мм. На

второй сверху и на нижней лапке зажимается инфракрасный оптический датчик (ОД) сквозного (щелевого) типа. На подставку штатива устанавливается ванна с песком, в которую должен падать стальной шарик. На рис. 2 и 3 представлена конструкция оптических датчиков ОД 1 и ОД 2.



На рис. 4 представлена электрическая схема ОД.

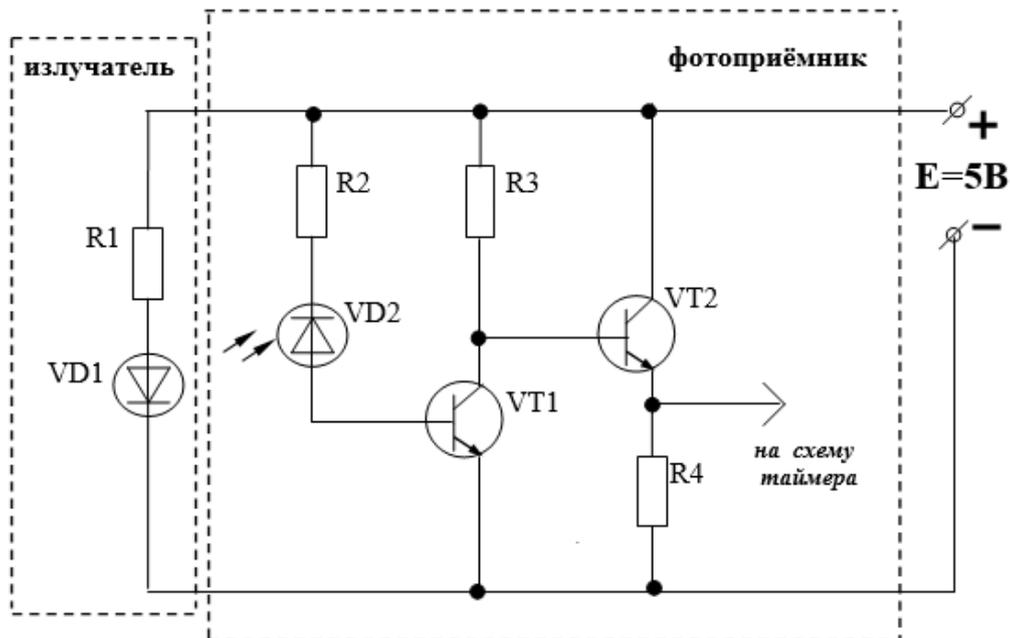


Рисунок 4. Электрическая схема ОД

Перечень элементов: R1- резистор МЛТ-0,25-220 Ом ±10%; R2- резистор МЛТ-0,25-3 кОм ±10%; R3 - резистор МЛТ-0,25-10 кОм ±10%; R4 - резистор МЛТ-0,25-300 Ом ±10%; VD1- светодиод инфракрасный АОИ200А; VD2- фотодиод инфракрасный КОФ137А; VT1, VT2- транзистор КТ315Г.

Рассмотрим работу оптического датчика. При освещённом фотодиоде VD2, точнее, при поступлении светового потока на фотодиод VD2, в его р-п-переходе начнётся процесс генерации носителей заряда. Этот процесс заключается в том, что квант светового потока передаёт свою энергию атому материала р-п-перехода, точнее, электрону атома. Получив дополнительную энергию от светового кванта, электрон покидает атом, становясь *свободным* носителем заряда. Под действием электрического поля, создаваемого источником тока E, *свободные* электроны начинают движение к клемме + этого источника. Движение свободных зарядов вызывает электрический ток, за направление которого, как известно, принимают направление, обратное движению отрицательных зарядов, то есть электронов. Следовательно, по цепи +E – R1-VD1-VT1(B) будет протекать электрический ток. Этот ток является током базы I_B транзистора VT1. При достаточно сильном световом потоке величина тока базы будет такой, что транзистор VT1 полностью откроется. В результате по цепи +E – R2-VT1(K)-VT1(Э)- E потечёт максимальный ток коллектора I_k транзистора VT1. Величина этого тока равна $I_k = I_B \cdot B$, где B – коэффициент усиления транзистора по току. При этом напряжение между коллектором и эмиттером $U_{кэ}$ транзистора VT1 будет близко к 0 вольт. Это напряжение будет и на базе транзистора

VT2. Каскад на транзисторе VT2 представляет собой схему с общим коллектором. Часто такую схему называют эмиттерным повторителем, так при таком включении транзистора напряжение на его эмиттере повторяет напряжение на базе. Итак, *если световой поток поступает на фотодиод, то на выходе фотоприёмника будет напряжение, близкое к 0 вольт.*

Рассмотрим случай, когда световой поток не поступает на фотодиод. В этом случае в области р-п-перехода фотодиода VD2 не будет генерации носителей заряда. Следовательно, не будет протекать ток в базу транзистора VT1, поэтому транзистор VT1 будет закрыт. Тогда ток потечёт по цепи +E – R2-VT2(B). Этот ток откроет транзистор VT2 и через него потечёт ток по цепи +E –VT2(K)-VT2(Э)-R3- E. Каскад на транзисторе VT2 представляет собой схему с общим коллектором. Особенность такого включения транзистора в том, что он имеет *высокое* входное сопротивление, составляющее единицы мегом. Поэтому на базе транзистора будет *высокое* напряжение +U, несколько меньше величины E. Напряжение +U "повторится" на эмиттере транзистора VT2. И так, *если световой поток не поступает на фотодиод, то на выходе фотоприёмника будет напряжение +U вольт.*

На электронном конструкторе монтируется электронная схема таймера, позволяющего с высокой точностью определить время пролёта стального шарика между двумя оптическими датчиками. На рис. 5 представлен вид электронного конструктора, на плате которого смонтирован таймер. На рис. 6 представлена схема электрическая принципиальная таймера, "привязанная" к обозначениям на электронном конструкторе.

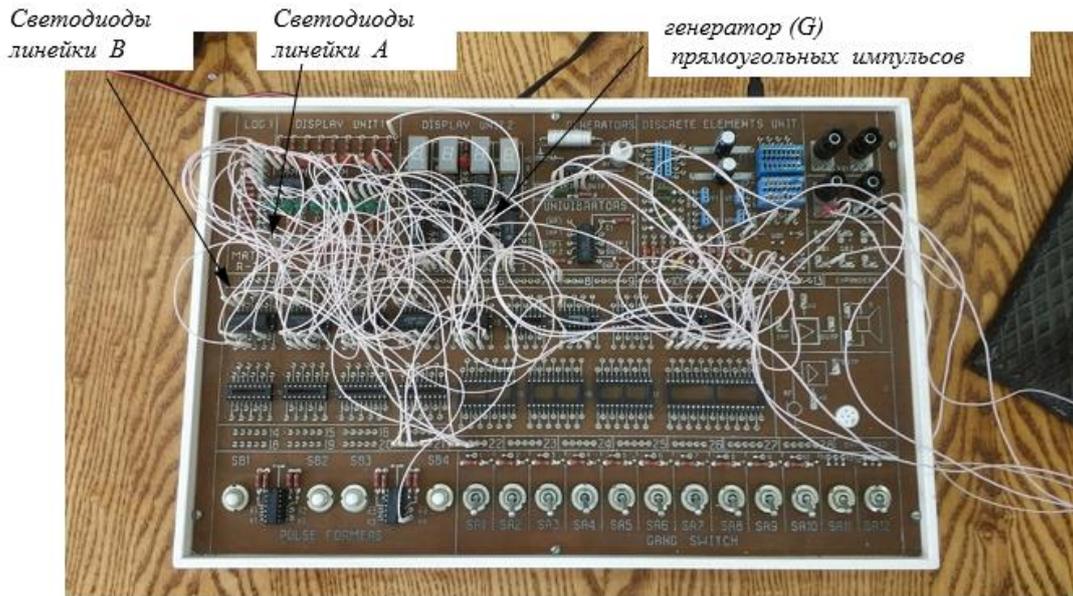


Рисунок 5. Вид электронного конструктора со смонтированной схемой таймера

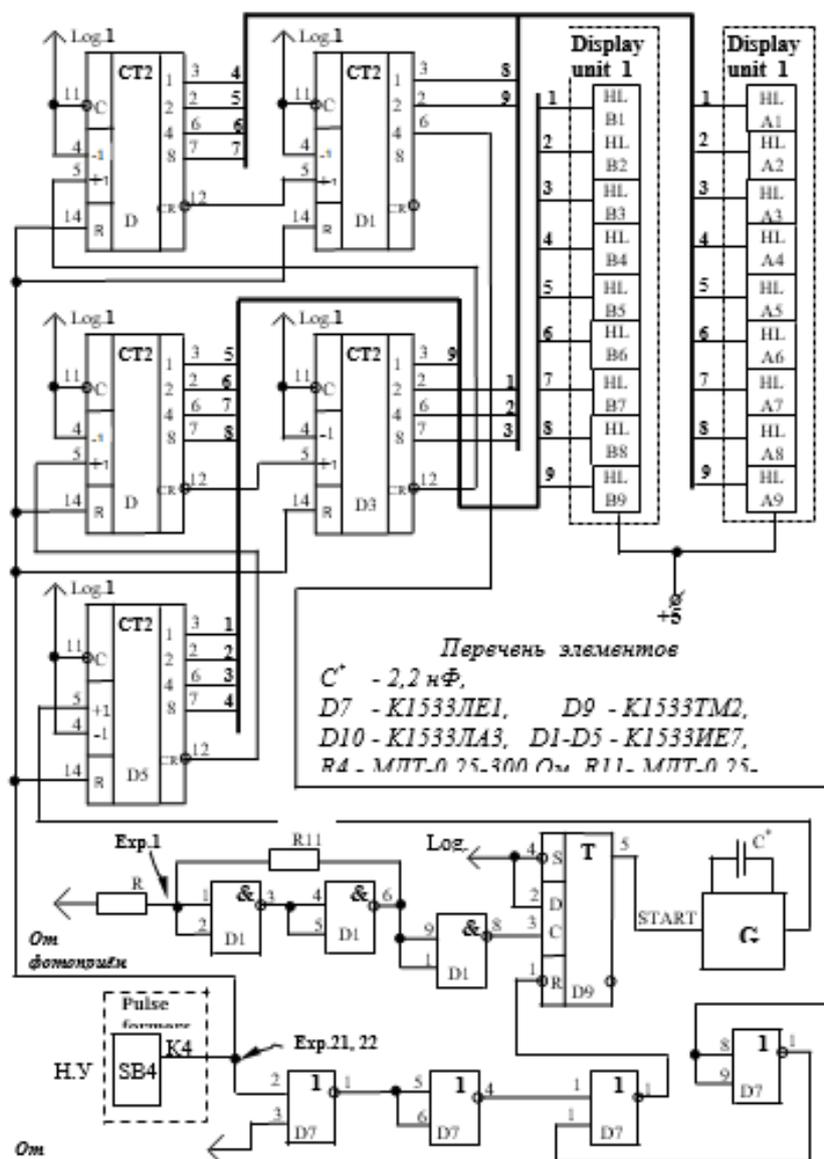


Рисунок 6. Электрическая схема таймера, "привязанная" к обозначениям на электронном конструкторе

Монтаж лабораторной установки выполняется такой последовательностью действий:

Готовится к работе физический штатив в соответствии с рис. 1: а) Позиционируется электромагнит и оптический датчик 1. В

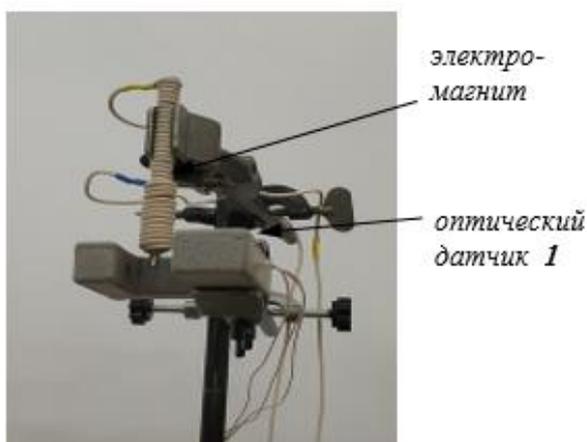


Рисунок 7. Позиционирование электромагнита и оптического датчика 1

соответствии с рис. 7 взаимное расположение их должно быть таким, чтобы в момент притяжения электромагнитом стального шарика прерывался световой поток, падающий на фотоприёмник оптического датчика 1.

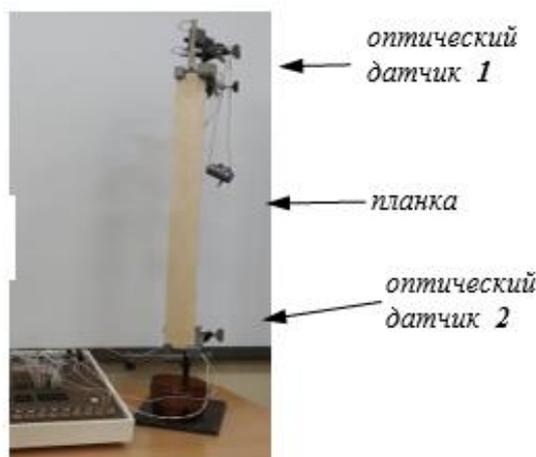


Рисунок 8. Позиционирование оптических датчиков

б) С помощью планки точной длины (например, 0,5 метра) в соответствии с рис. 8 позиционируются оптические датчики 1 и 2.

1. При отключённом электропитании на электронном конструкторе выполняется монтаж схемы таймера по электрической схеме рис. 6.

2. После проверки схемы на отсутствие в ней короткого замыкания обеспечивается электропитание электронного конструктора от встроенного в него блока питания 5В.

3. Нажатием кнопочного переключателя SB4 обнуляется двоичный счётчик на ИС D1-D5, а комбинированный RS- и D-триггер устанавливается в "0".

4. Включается автономная цепь тока электромагнита и выполняется установка на нём стального шарика, после чего без промедления прерывается цепь тока электромагнита и шарик начинает свободное падение.

В момент пролёта шарика через оптический датчик 1 на выходе D10(8) будет положительный перепад напряжения, которым в триггер D9 запишется логическая "1", в результате чего запустится генератор прямоугольных импульсов и начнётся счёт их количества 18-ти-разрядным двоичным счётчиком, построенным на ИС D1-D5. Такой счёт будет продолжаться до момента пролёта шарика через оптический датчик 2. В этот момент на D7(3) поступит логическая "1", следовательно, на D7(13) и на D9(1) станет логический "0", триггер D9 установится в "0" и запретится работа генератора импульсов. В результате на 18-ти-разрядном двоичном счётчике отобразится число импульсов N , соответствующих временному интервалу пролёта шарика между оптическими датчиками 1 и 2. $N=t \cdot F$, где t – время пролёта

(падения) шарика, F – частота генератора. Зная число импульсов N и частоту генератора F , находим точное время пролёта шарика между двумя оптическими датчиками. Учитывая, что шарик в момент начала падения имел скорость, равную 0, зная высоту h , с которой он свободно падал, и время t его падения определяем ускорение g свободного падения.

Интересным представляется вопрос выбора частоты генератора прямоугольных импульсов. Частоту F выбираем такой, чтобы за время падения шарика не было переполнения 18-ти-разрядного двоичного счётчика. Такое переполнение наступит, если во всех 18-ти разрядах будут 1 и после этого поступит ещё одна единица. Следовательно, максимальное число на двоичном счётчике не должно быть больше, чем $2^{18} - 1$. Выполним ориентировочный расчёт такой частоты. Если шарик падает с высоты $h = 0,5$ м, то расчётное время его падения при $g = 9,80665 \text{ м/с}^2$ составит $t \cong 0,31933$ сек. В этом случае частота генератора, определяемая по формуле $F=N/t$, где $N=2^{18} - 1$, должна быть не более ≈ 820 кГц.

Приведём результаты одного эксперимента, в котором на электронном конструкторе была обеспечена частота генератора, равная $F_{\text{эксп.}}=705$ кГц, $h=0,5$ м, $N_{\text{эксп.}}=(110110110001101001)_2=(224361)_{10}$, $t_{\text{эксп.}} \approx 0,31824$ сек, $g_{\text{эксп.}} \approx 9,87394 \text{ м/сек}^2$. В результате относительная ошибка определения ускорения свободного падения составила $\Delta_{\text{отн.}} \approx 0,7\%$.

Подведём итог. Представляется, что данная работа интересна даже не тем, что позволяет с малой погрешностью определить g . Работа интересна своей технической многоплановостью, системным характером, несущим обучаемым

информацию из нескольких разделов физики в сочетании с электроникой. В результате возникают глубокие ассоциации, способствующие длительному хранению в нашей памяти воспринимаемой информации. Использование электронного конструктора в опытах классической физики имеет и другое, пожалуй, самое важное значение: электронный конструктор, будучи незамкнутой системой, побуждает обучаемых к творчеству, к выбору самостоятельных технических решений. Союз такой открытой доступной электроники в сочетании с физикой очень продуктивен.

ЛИТЕРАТУРА

1. Agafontzew Walerij W, Achmedjanov Walerij W, Worobjew Alexandr N, Tarasov Vladimir M. "Didaktische Modelle in der universitären elektrotechnischen Ausbildung" (2nd International Scientific Conference "Europen Applied Sciences: modern approaches in scientific researches", February 18-19, 2013), ORT Publishing, Stuttgart, Germany, pp. 5-7.
2. Ахмедьянов В.В. "Физический эксперимент через интернет?! ДА!!!" // Учебная физика.-2007. - № 1.- С. 131-134.
3. Агафонцев В.В., Ахмедьянов В.В., Воробьев А.Н., Симаков В.В., Тарасов В.М. "Удалённый доступ в физическом и технологическом эксперименте" // Учебная физика.-2008. - № 1.- С. 124-129.

ЗАДАЧА ОЦЕНКИ ПРОИЗВОДНОЙ МНОГОЧЛЕНОВ В ЗАДАННОЙ ТОЧКЕ

DOI: [10.31618/nas.2413-5291.2019.3.50.121](https://doi.org/10.31618/nas.2413-5291.2019.3.50.121)

Загиров Н.Ш., Гаджиева Т.Ю., Эфендиев Э.И

Для непрерывной на некотором отрезке $[a, b]$ функции $f(x)$, как обычно, положим:

$$\|f\| = \max\{|f(x)|: x \in [a, b]\}.$$

Для произвольной функции норма её производной никак не связана с нормой самой функции. Это оказалось не так для многочленов, как тригонометрических, так и алгебраических. Сначала С.Н. Бернштейн показал, [1] что для тригонометрического многочлена $u_n(t)$ порядка n на $[a, b] = [0, 2\pi] : \|u'_n\| \leq n\|u_n\|$ и, как следствие, для алгебраического многочлена $P_n(x)$ степени n на отрезке $[-1, 1]$ для $x \in (-1, 1)$ имеем

$$\|P'_n(x)\| \leq \frac{n}{\sqrt{1-x^2}} \|P_n\|. \quad (1)$$

Классический результат А.А. Маркова, [2]:

$$\|P'_n\| \leq n^2 \|P_n\|.$$

Эти неравенства обобщались в различных направлениях. Отметим некоторые из работ, посвященных оценкам норм производных многочленов, [3]-[8].

На наш взгляд, представляет интерес задача получения оценок типа (1) в зависимости от расположения точки x на всей числовой прямой.

В данной статье мы установим некоторые общие результаты. Применить их к алгебраическим многочленам планируем в другой работе.

Пусть $\phi_0(t), \dots, \phi_n(t)$ - линейно независимая система дифференцируемых функций, определенных на некотором отрезке $[a, b]$; положим $V(t) = (\phi_0(t), \dots, \phi_n(t))$ и для $x \in R^{n+1}$ определим многочлен $P(t) = x \cdot V(t) = \sum_{i=0}^n x_i \phi_i(t)$.

Фиксируем точку $\bar{t} \in R$ и рассмотрим экстремальную задачу

$$\begin{aligned} xV'(t) &\rightarrow \text{extr}, \\ \|xV(t)\| &\leq 1. \end{aligned} \quad (2)$$

Те $x \in R^{n+1}$, которые удовлетворяют неравенству (2), называются допустимыми точками задачи; заметим, множество допустимых точек непусто (например, $x=0$), замкнуто, выпукло и симметрично. Последнее означает, что наряду с x и $-x$ является допустимой точкой. Это позволяет ограничиться изучением свойств задачи

$$\begin{aligned} xV'(t) &\rightarrow \text{min}, \\ \|xV(t)\| &\leq 1, \end{aligned} \quad (3)$$

являющейся задачей выпуклого программирования с условием Слейтера, [9].

Теорема 1. Допустимая точка $\tilde{x} \in R^{n+1}$ будет решением задачи (3) тогда и только тогда когда существуют:

- натуральное число r ,
- точки $t_1 < \dots < t_r$ отрезка $[a, b]$,
- числа c_1, \dots, c_r , обладающие свойствами:

$$|\tilde{x}V(t_i)| = 1, i = 1, \dots, r, \quad (1.1)$$

$$\text{Sign} c_i = -\tilde{P}(t_i), i = 1, \dots, r \quad (1.2)$$

и для любого $x \in R^{n+1}$:

$$x \cdot V'(t) = \sum_{i=1}^r c_i xV'(t_i). \quad (1.3)$$

Доказательство сводится к применению теоремы Куна-Таккера. Пусть для $g(x) = \max\{|xV(t)| - 1: t \in [a, b]\}$ и для $\lambda > 0$ $L_\lambda(x)$ - функция Лагранжа:

$$L_\lambda(x) = xV'(\bar{t}) + \lambda g(x).$$

Утверждение о том, что \tilde{x} есть решение задачи равносильно условию $0 \in \partial L_\lambda(\tilde{x})$, где $\partial f(x)$ означает субдифференциал, [9] функции $f(x)$.

Очевидно,

$$\partial L_\lambda(\tilde{x}) = V'(\bar{t}) + \lambda \partial g(\tilde{x}).$$

Известно, [9], что

$$\partial g(\tilde{x}) = \{y \in R^{n+1}: y = \sum_{i=1}^r \alpha_i z_i V(t_i), \alpha_i > 0, \alpha_1 + \dots + \alpha_r = 1, z_i = \text{sign}(\tilde{x}V(t_i))\}.$$

Теперь считаем $\alpha_i \lambda z_i = -c_i, i = 1, \dots, r$. Тогда условие $0 \in \partial L_\lambda(\tilde{x})$ равносильно условиям:

$$V'(\bar{t}) = \sum_{i=1}^r c_i V(t_i),$$

что совпадает с утверждением (1.3) теоремы:

$$\text{sign} c_i = -\text{sign}(\tilde{x}V(t_i)), i = 1, \dots, r$$

и

$$|\tilde{x}V(t_i)| = 1, i = 1, \dots, r.$$

Теорема доказана.

Значение r связано с возможностью равенства (1.3). Докажем вспомогательную лемму

Лемма. Если система $\phi_0(t), \dots, \phi_n(t)$ и ее подсистема $\phi_0(t), \dots, \phi_{n-1}(t)$ являются чебышевскими, [10], то равенство (1.3) возможно только при $r \geq n$.

Доказательство. Допустим утверждение неверно и $r \leq n - 1$. Если $r < n - 1$, то добавим к имеющимся точкам t_1, \dots, t_r произвольные точки t_{r+1}, \dots, t_{n-1} и положим $c_i = 0$ для $i \geq r + 1$. Тогда

$$xV'(\bar{t}) = \sum_{i=1}^{n-1} c_i xV(t_i). \quad (*)$$

Для некоторого $\tau \in [a, b]$ рассмотрим многочлен

$$\Phi(t) = \begin{vmatrix} \phi_0(t_1) & \dots & \phi_n(t_1) \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ \phi_0(t_{n-1}) & \dots & \phi_n(t_{n-1}) \\ \phi_0(\tau) & \dots & \phi_n(\tau) \\ \phi_0(t) & \dots & \phi_n(t) \end{vmatrix}.$$

Считаем $\tau \neq t_i, i = 1, \dots, n - 1$.

Так как для чебышевской системы определитель

$$\Delta(\tau) = \begin{vmatrix} \phi_0(t_1) & \dots & \phi_{n-1}(t_1) \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ \phi_0(t_{n-1}) & \dots & \phi_{n-1}(t_{n-1}) \\ \phi_0(\tau) & \dots & \phi_{n-1}(\tau) \end{vmatrix}$$

не равен нулю, то $\Phi(t) \neq 0$ и $\Phi(t_i) = 0, i = 1, \dots, n - 1; \Phi(\tau) = 0$.

Если $\bar{t} \in \{t_i\}$, то тогда $\Phi'(\bar{t}) \neq 0$. Пусть $\bar{t} \notin \{t_i\}$. Тогда берем $\tau = \bar{t}$ и опять получим $\Phi'(\bar{t}) \neq 0$ - что противоречит равенству (*), если за x взять коэффициенты многочлена $\Phi(t)$.

Сформулируем основной результат, который фактически является следствием доказанных теоремы и леммы.

Теорема 2. Пусть система $\phi_0(t), \dots, \phi_n(t)$ и ее подсистема $\phi_0(t), \dots, \phi_{n-1}(t)$ являются чебышевскими. Допустимая точка \tilde{x} будет решением задачи

$$xV'(\bar{t}) \rightarrow \min, \\ \|xV(\bar{t})\| \leq 1,$$

тогда и только тогда, когда существуют натуральное r , причем $r \geq n$, такие точки t_i отрезка $[a, b]$ и числа c_i , что выполняются условия:

$$|\tilde{x}V(t_i)| = 1, i = 1, \dots, r,$$

$$\text{sign} c_i = -\tilde{x}V(t_i), i = 1, \dots, r$$

и для любого $x \in R^{n+1}$

$$xV'(\bar{t}) = \sum_{i=1}^r c_i xV(t_i).$$

Замечание 1. Предположим, что $\phi'_0(t) = 0$ и система $\phi'_1(t), \dots, \phi'_n(t)$ является также чебышевской. Тогда числа r в теореме 2 не больше $n + 1$.

Действительно, в противном случае нашли бы хотя бы n экстремальных точек многочлена $\tilde{x}V(t)$ интервала (a, b) и получилось бы, что нетривиальный многочлен $\tilde{x}V'(t)$ имеет не менее n нулей, что невозможно.

Замечание 2. Если $r = n + 1$, то $\tilde{x}V(t_i) \cdot \tilde{x}V(t_{i+1}) < 0, i = 1, \dots, n + 1$.

Действительно, если для какого-то i было бы противоположное неравенство, то такой интервал (t_i, t_{i+1}) содержал бы еще одну точку экстремума многочлена $\tilde{x}V(t)$, что, в силу замечания 1, невозможно.

Список литературы

1. Бернштейн С.Н. О наилучшем приближении непрерывных функций посредством многочленов данной степени// Собр. соч., Т.1. Изд-во АН СССР, 1952. С. 11-104.
2. Марков А.А. Об одном вопросе Д.И. Менделеева // Изв. Петербургской АН, 1989, Т. 62. С. 1-24.
3. Стечкин С.Б. Обобщение некоторых неравенств С.Н. Бернштейна// ДАН СССР, Т.60, №9. С. 1511-1514.
4. Марков В.А. О функциях, наименее уклоняющихся от нуля в данном промежутке. СПб, 1892. 117 с.
5. Бари Н.К. Обобщение неравенств С.Н. Бернштейна и А.А. Маркова //Изв. АНСССР, сер. матем., 1954, 18, №2. С. 159-176.
6. Аптекарев А.И., Дро А., Калягин В.А. Об асимптотике точных констант в неравенствах Маркова-Бернштейна в интегральных метриках с классическим весом// УМН, М. 2000, Т.55, вып. 1 (331). С. 173-174.
7. Загиров Н.Ш., Ахмадова М.А., Шамхалова Т.Н. Постоянная Маркова для весовых пространств // Вестник ДГУ, №6, 2012. С. 75-80.

8. Загиров Н.Ш., Гаджиева Т.Ю. Оценки постоянной В.А. Маркова в весовом пространстве Якоби // Вестник ДГУ, сер. Ест.н., Т33, №3, 2018. С. 54-61.

9. Галеев Э.М., Тихомиров В.М. Краткий курс теории экстремальных задач. Изд-во МГУ, 1989. 204 с.

10. Дзядык В.К. Введение в теорию равномерного приближения функций полиномами. М., «Наука», 1977. 514 с.

РАЗРАБОТКА ПРОТОТИПА МОБИЛЬНОГО ЛАЗЕРНОГО СКАНИРУЮЩЕГО КОМПЛЕКСА

Спирина Н.С., Спиринов В.В., Попков Е.В., Котлобай В.Н.

DOI: [10.31618/nas.2413-5291.2019.3.50.122](https://doi.org/10.31618/nas.2413-5291.2019.3.50.122)

Ключевые слова: Мобильный лазерный сканер, лидар, ГНСС, мобильное картографирование, облако точек, инерциально-измерительный блок

Введение

Мобильные лазерные сканирующие комплексы – это новый виток эволюции в развитии сканирующих систем. Их выгодно отличает от статических сканирующих систем возможность перемещения по поверхности земли и вследствие чего сканирование протяженных объектов.

Согласно данным с сайта geo-matching.com (агрегатор новостей в сфере лазерного сканирования) количество поисковых запросов по теме мобильного лазерного сканирования растет, начиная с 2016 года. Также был отмечен рост поисковых запросов в системе Google по тематике мобильного картографирования, пик пришелся на 2018 год. [1] Это говорит о растущем спросе в мире на системы мобильного лазерного сканирования и услуги, которые последние могут предоставить. В России данная тематика развита слабо, и на данный момент имеются только 2 производителя подобных систем.

В данной статье рассматривается способ построения подобной системы из отдельных составляющих ее элементов, приводится информация о необходимом программном обеспечении и результатах испытаний собранной системы.

Аппаратная часть

Мобильные лазерные сканеры используются внутри помещений и на открытой местности. В связи с этим меняется аппаратная составляющая. В данной статье рассматривается сканер, который работает вне помещения.

В состав мобильного лазерного сканера входят следующие устройства:

Лазерный дальномер или лидар. Предоставляет набор расстояний до объектов, углы относительно оси вращения лидара, при которых эти расстояния были измерены, и время. По полученным данным можно рассчитать координаты точек в декартовой системе координат, центром которой является центр лидара.

Навигационная система. Предоставляет набор данных о местоположении устройства в пространстве и качестве полученной информации: широта, долгота, высота, среднеквадратичная ошибка широты, долготы и высоты, количество спутников на небосводе и т.п.

Инерциально-измерительный модуль. Предоставляет данные о линейных ускорениях и угловых скоростях мобильного лазерного сканера. После обработки этих данных при помощи фильтра Калмана или Маджвика получаются углы, которые задают ориентацию сканера в пространстве (крен, тангаж, рысканье). Это углы Эйлера.

Плата синхронизации. Обеспечивает синхронизацию устройств 1-3 по времени навигационной системы и сигналу PPS.

Бортовой компьютер. Предназначен для управления и сбора данных с устройств 1-3. На бортовом компьютере запускается программное обеспечение, которое позволяет включать и останавливать запись с устройств, задавать им настройки и контролировать текущие статусы.

Схематично устройство мобильного лазерного сканирования представлено на рис. 1.

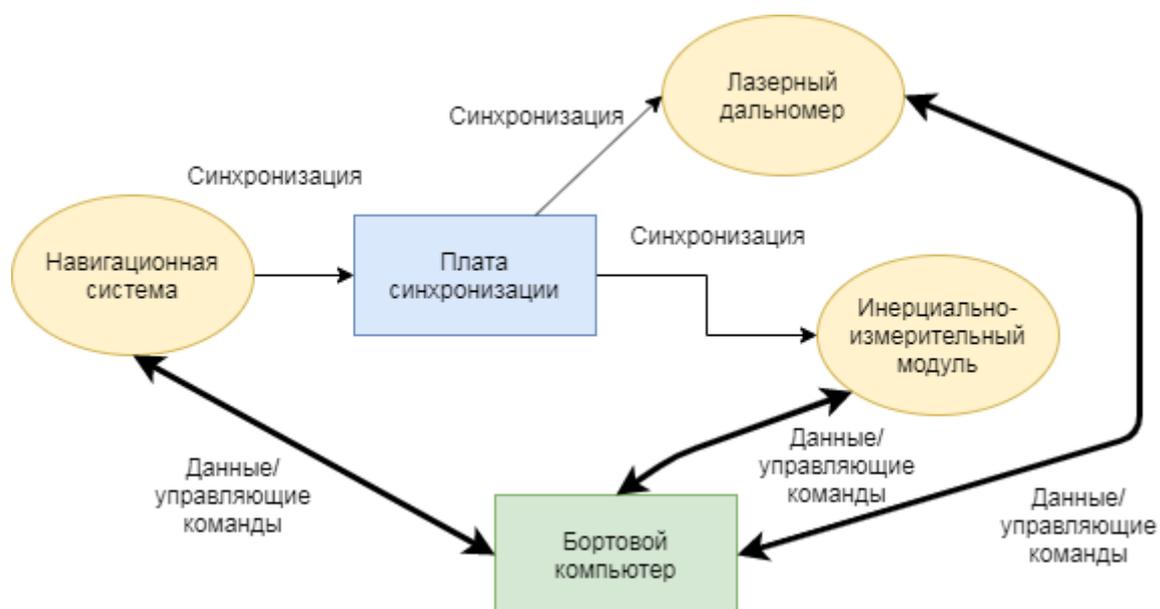


Рис. 1 Устройства в составе системы мобильного лазерного сканирования.

Для реализации прототипа мобильного лазерного сканера был выбран лазерный дальномер Velodyne HDL-32e, который обладает характеристиками, приведенными в таблице 1. [2]

Таблица 1.

Характеристики лазерного дальномера Velodyne

Характеристика	Значение
Количество точек	700 000 в сек. для одиночного режима и 1 400 000 для двойного
Точность	До 3 см
Дальность	От 5 см до 100 м
Частота вращения	5-20 Гц
Количество лазеров	32
Напряжение питания	12 В
Ток	2 А
Интерфейс подключения	Ethernet, 100 Мб/с
Вес	1.4 кг

Внешний вид лазерного дальномера Velodyne HDL-32e приведен на рис. 2.



Рис. 2 Лазерный дальномер Velodyne HDL-32e.

Дальномер Velodyne HDL-32e был выбран из-за того, что он обладает приемлемой точностью съемки и стоимостью по сравнению с аналогами.

В качестве навигационной системы и инерциально-измерительного блока была выбрана инерциально-навигационная система (ИНС) Novatel Span CPT 6, потому что обладает

необходимой для подобной системы точностью, при помощи технологии SPAN она выдает сразу углы Эйлера (крен, тангаж, рысканье), что позволяет не реализовывать фильтр Калмана или Маджвика.

Характеристики системы Novatel Span CPT 6 приведены в таблице 2.[3]

Таблица 2

Характеристики системы Novatel Span CPT 6.

Характеристики	Значение
Группировки спутников, от которых принимается сигнал и частоты	GPS/GLONASS/Galileo/BeiDou L1/L2
Частота работы ИНС	До 200 Гц
Точность определения положения в режиме Real Time Kinematic (RTK)	1-2 см
Диапазон измерения акселерометра	+/-10g
Диапазон измерения гироскопа	+/-375 град/с
Интерфейс подключения	USB (виртуальный последовательный порт)
Напряжение питания	От 9 до 18 В
Мощность	16 Вт
Вес	2.28 кг

Внешний вид инерциально-навигационной системы Novatel Span CPT 6 приведен на рис. 3.



Рис. 3. Инерциально-навигационная система Novatel Span CPT 6.

В качестве бортового компьютера был выбран Intel NUC, потому что он обладает сравнительно небольшими размерами, стоимостью и

необходимыми интерфейсами для подключения устройств.

Характеристики компьютера Intel NUC приведены в таблице 3.[4]

Таблица 3

Характеристики компьютера Intel NUC.

Характеристика	Значение
Процессор	Intel Celeron N3050, 1600 МГц
ОЗУ	DDR3L, 1600 МГц, 4 Гб
Накопитель	SSD 512 Гб
Напряжение питания	9-16 В
Мощность	65 Вт
Вес	0.6 Кг
Габариты	115 x 52 x 111 мм
Интерфейсы	USB 2.0 x 2, USB 3.0 x 4, Ethernet 100 Мб/с x 1

Внешний вид компьютера Intel NUC приведен на рис. 4.



Рис. 4. Компьютер Intel NUC.

Прототип мобильной лазерной сканирующей системы был собран на листе ОСБ плиты, установлена антенна и измерены необходимые смещения.



Рис. 5. Внешний вид прототип мобильного лазерного сканирующего комплекса.

Программная часть мобильного лазерного сканирующего комплекса состоит из двух программ. Программа для управления аппаратной частью, названная SCADA, содержит драйвера для

взаимодействия с устройствами, блок чтения конфигурации устройств, интерфейс для взаимодействия пользователя с системой. Программа SCADA работает под управлением операционной системы Linux Ubuntu 16.

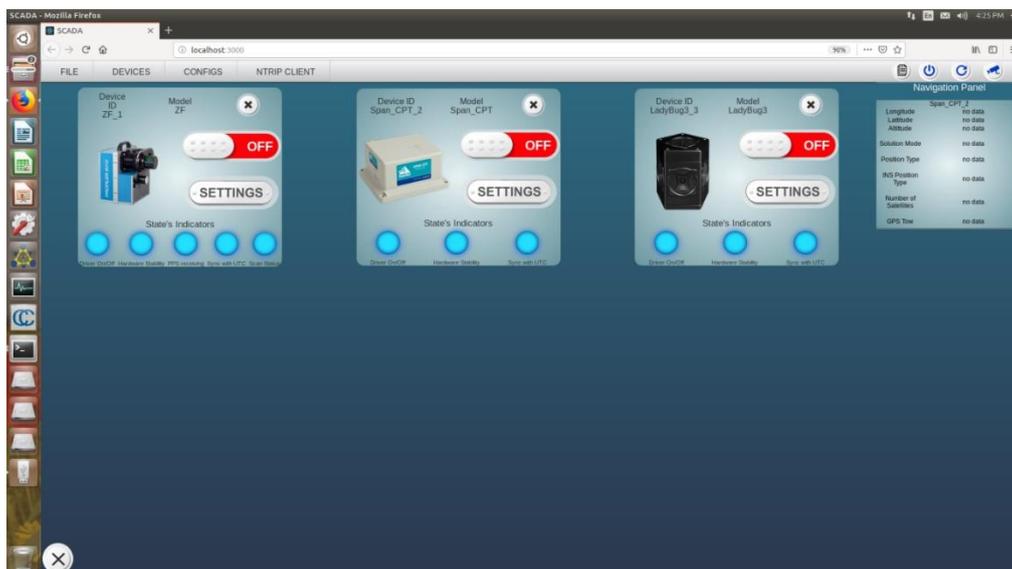


Рис. 6. Интерфейс программы SCADA.

Вторая программа – это сборщик облака точек. Она распаковывает данные, записанные с устройств и проводит с ними математические преобразования, в результате чего получается облако точек, которое затем записывается в LAS-файл.

Программа работает под управлением операционной системы Linux Ubuntu 16 в консольном варианте.

Испытания

Были проведены испытания разработанного прототипа системы мобильного лазерного сканирования. Для этого она была расположена на

крыше микроавтобуса, который перемещался на скорости не менее 20 км/ч. Для точного позиционирования мобильного сканера была применена технология RTK, которая требует наличия базовой станции. Длительность сканирования составила 1 минуту.

Результаты

В результате испытаний прототипа системы мобильного лазерного сканирования было установлено, что система способна выдавать удовлетворительный результат, а именно визуально ровное облако точек с точностью до 20 см.

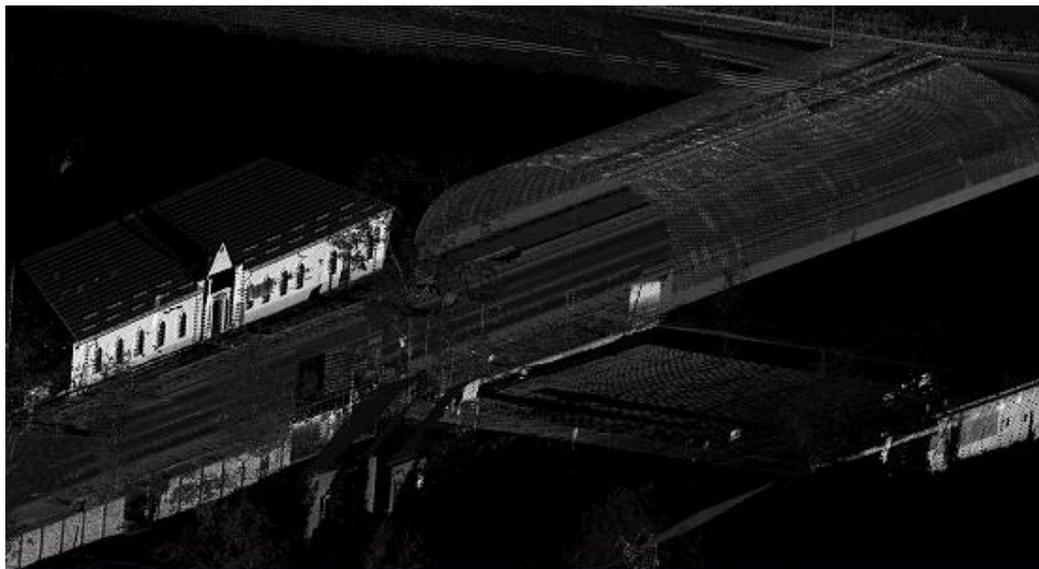


Рис. 7. Образец облака точек, полученного при помощи разработанного прототипа.

Сравнивая прямой и обратный заезды было выявлено, что они имеют расхождения, как в плане, так и по высоте. Исправить получившиеся расхождения можно при помощи калибровки всей системы. [5]

Литература

GIM International. Режим доступа: электронный ресурс - <https://www.gim-international.com/content/article/mobile-mapping-trends-and-insights> (дата обращения 12.12.2019)

Velodyne LIDAR HDL-32E User Manual

Novatel Span CPT User Manual

Характеристики компьютера Intel NUC. Режим доступа: электронный ресурс - <https://www.dns-shop.ru/product/591f618fe1073330/platforma-intel-nuc-boxnuc5cпyh/characteristics/>

R. Le Scouarnecb, T. Touz , J.B. Lacambreb, N. Seube, A new reliable boresight calibration method for mobile laser scanning application, 2014, The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XL-3/W1

РАЗРАБОТКА НАВИГАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ РОБОТА НА ПОВЕРХНОСТИ ЛУНЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АЛГОРИТМОВ ОДНОВРЕМЕННОЙ ЛОКАЛИЗАЦИИ И КАРТОГРАФИИ (SLAM)

Спирина Н.С., Спиринов В.В., Тарачков М.В., Шарамет А.А.

DOI: [10.31618/nas.2413-5291.2019.3.50.123](https://doi.org/10.31618/nas.2413-5291.2019.3.50.123)

Аннотация

В данной статье рассматривается возможность применения алгоритмов одновременной локализации и картографии (SLAM) для навигации робототехнических систем на поверхности Луны. Автор на прототипе колесного робота показывает, какое техническое и программное обеспечение используется для реализации системы навигации с применением алгоритмов SLAM. Приводится пример использования программной платформы Robot Operating System (ROS) для управления роботом. В заключении автор указывает на возможные улучшения представленной системы.

Ключевые слова: робототехника, манипулятор, 3D-модель, Луна, навигация, SLAM, ROS, программное обеспечение

Введение

Освоение Луны является важным шагом для дальнейшего проникновения человека в космическое пространство. Данная задача сложна тем, что в настоящее время проблематично длительное время поддерживать нахождение на Луне космонавтов для проведения исследований.

[1] Поэтому научное сообщество прибегает к использованию робототехнических систем. Вариантом такой системы может быть робот на колесной платформе с закрепленной на ней торсовой частью, обладающей двумя манипуляторами [2].



Рис. 1. Луноход с торсовой частью антропоморфного робота для исследований каменных, скальных пород и с возможностью ремонта (себя и другой лунной техники).

Актуальной является проблема управления таким роботом, в частности, решение задачи навигации. Супервизорное управление осуществляется с задержкой порядка трёх секунд и чувствительно к качеству связи с Землей. Поэтому возможным вариантом является автономное управление. На Земле навигация робота была бы решена при помощи данных со спутников о его местоположении. Обладая развитой системой базовых станций можно получить точность позиционирования до 2 см в режиме кинематики реального времени (РТК). Но в условиях нахождения на поверхности Луны данный подход неприменим (по крайней мере, до создания в околослунной области специальной навигационной системы).

Поэтому одним из возможных решений может быть использование алгоритмов одновременной локализации и картографии (SLAM). [3] С их помощью робот, получая данные от датчиков (лазерный сканер, камеры, одометры), способен построить карту окружающего пространства и определить свое местоположение.

В данной статье описан вариант колесной платформы, которая по данным от лазерного сканера и одометров осуществляет автономную навигацию.

Программная платформа ROS

В настоящее время для управления роботами широко используется программная платформа Robot Operating System (ROS). [4] Это свободное программное обеспечение, которое работает под управлением ОС Linux, позволяет осуществлять взаимодействие разнородных программ, которые могут быть написаны на разных языках, посредством механизма обмена сообщениями. ROS имеет большое и развивающееся сообщество и готовые пакеты (отдельные программы, модули), которые можно использовать за основу при разработке собственных. В том числе, ROS содержит большое количество пакетов, в которых реализован алгоритм SLAM.

Робот в ROS описывается при помощи формата Unified Robot Description Format (URDF). [5] Данный формат вводит особенности при создании трехмерной модели робота.

Создание 3D-модели колесного робота

Трехмерная модель колесного робота была создана в программе Solidworks. Важно выделить отдельными элементами колеса робота и лидар. Модели элементов следует создавать двух видов. Одни должны быть максимально простыми. Это связано с тем, что при планировании движений

робота происходит расчет возможных соударений элементов робота с объектами окружающей среды. Чем модель проще, тем быстрее происходит расчет. Второй вариант моделей элементов может быть более изящным, поскольку используется только для визуализации и в расчетах соударений не участвует.

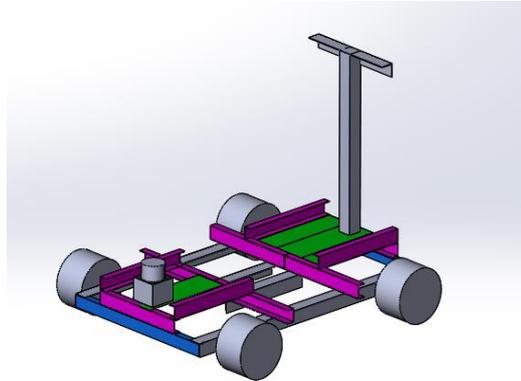


Рис 2. Трехмерная модель робота в программе Solidworks.

Для САПР Solidworks существует плагин Solidworks2URDF Exporter, который осуществляет конвертацию трехмерной модели в формат URDF. [6] В результате чего подготавливается пакет ROS, содержащий описание робота.

Визуализация робота в программе RViz

RViz – это программа для визуализации, которая входит в программную платформу ROS. RViz позволяет визуализировать модель робота, карту местности, облака точек, отображать вспомогательные объекты и осуществлять управление моделью робота.

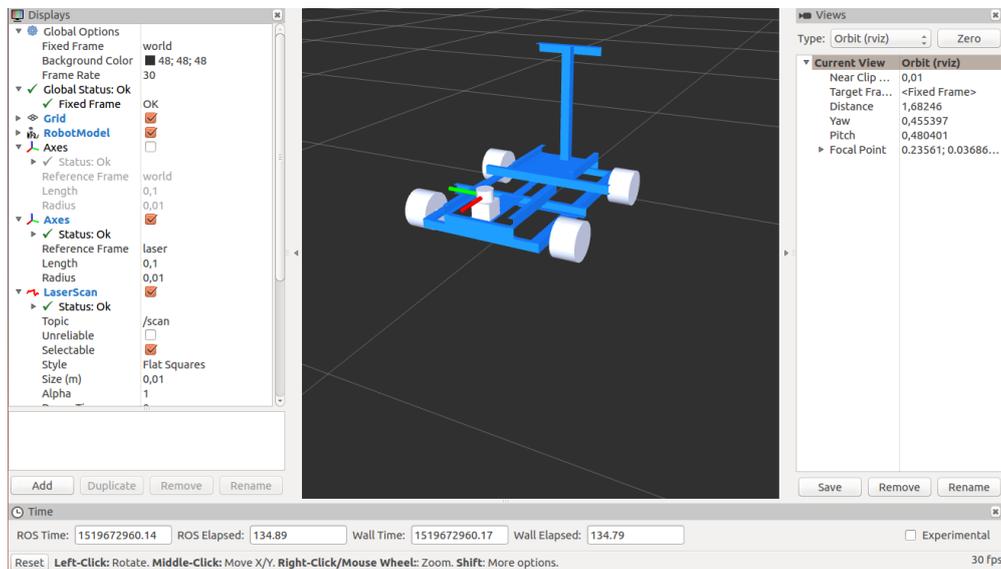


Рис 3. Визуализация модели робота в программе RViz.

Сборка робота

По трехмерной модели был собран реальный робот. Конструкция робота была сделана из элементов конструктора, потому что это позволяет

осуществлять быстрое прототипирование. Были использованы всенаправленные колеса, или колеса Илона, которые позволяют роботу осуществлять перемещение в любом направлении.



Рис 4. Всенаправленные колеса.

В качестве приводов использовались коллекторные электродвигатели с редуктором и встроенным инкрементным энкодером для определения скорости вращения. Реальная

конструкция транспортной платформы на Луне может значительно отличаться от приведенной, но это связано решением самой навигационной задачи.



Рис 5. Электродвигатель с встроенным энкодером.

Общий вид колесного робота приведен на рисунке 6.



Рис 6. Колесный робот.

Также на раме робота был закреплен лазерный сканер HOKUYO URG-04LX-UG01. Данный

дальномер имеет 1 луч, точность 3 см., дальность от 0.3 до 5 м, угол сканирования 240 градусов.



Рис 7. Лазерный дальномер Нокиуо.

Электроника

Электрическая схема колесного робота создавалась исходя из необходимости управления четырьмя приводами всенаправленных колес. Она состоит из драйверов электродвигателей на основе мостовой схемы, которая обеспечивает вращение колес в обе стороны, а также регулировку скорости вращения при помощи ШИМ. Для измерения скорости вращения колес были использованы инкрементные энкодеры, расположенные на каждом колесе. Управления драйверами электродвигателей и чтение сигналов от энкодеров осуществляет микроконтроллер STM32F103, который находится внутри контроллера VEX. Для

осуществления высокоуровневого управления колесным роботом используется микрокомпьютер Raspberry Pi 3. Он располагается на роботе и взаимодействует с микроконтроллером посредством преобразователя USB-UART. Поскольку помимо автономного управления предполагалось управление колесным роботом в супервизорном режиме, а также для визуализации текущего положения робота и состояния окружающей его среды в схему был включен компьютер оператора, который связан с Raspberry Pi 3 через роутер. Полная электрическая схема приведена на рис. 8.

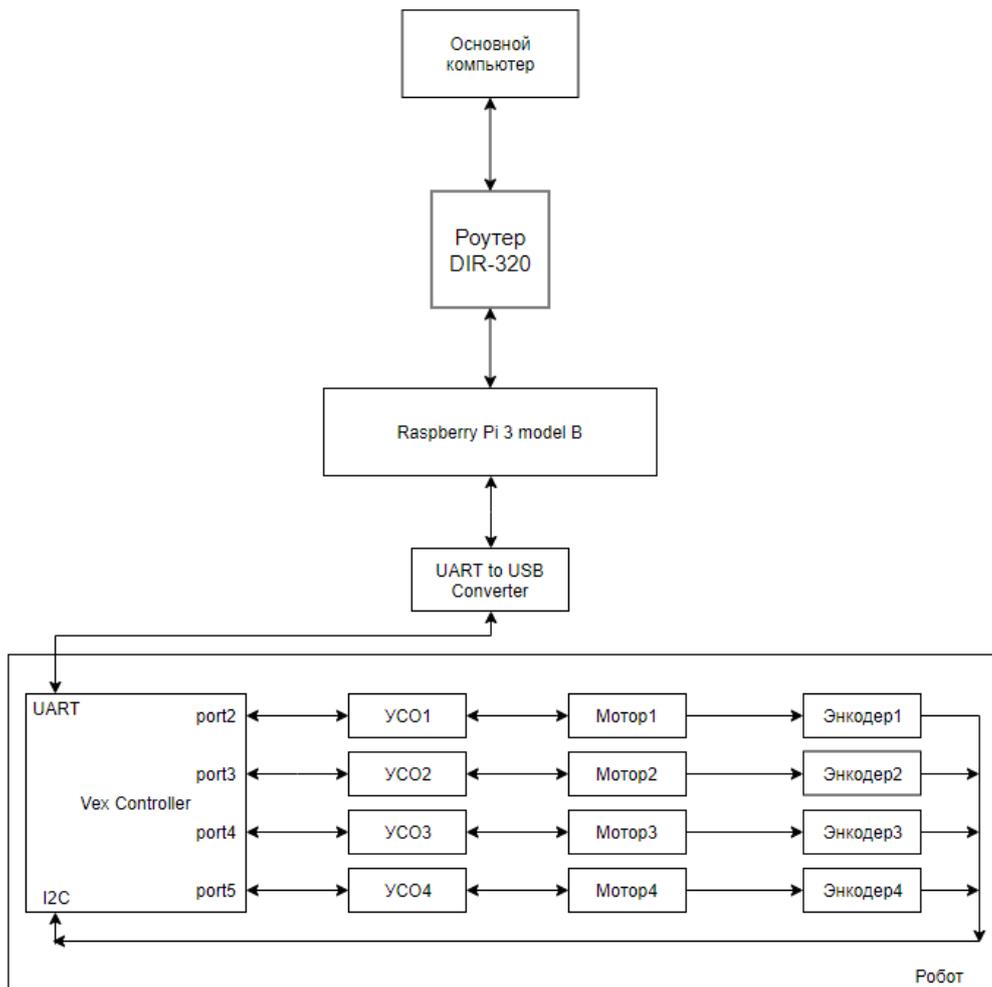


Рис 8. Электрическая схема робота.

Питание электрических элементов осуществлялось от расположенных на роботе аккумуляторов.

Низкоуровневые драйвера

Разработка программного обеспечения для контроллера VEX осуществлялась на языке C. Была реализована схема управления с обратной связью по скорости на основании данных от установленном на каждом колесе инкрементном энкодере.

По собственному протоколу контроллер VEX передает данные о скорости вращения колес на микрокомпьютер Raspberry Pi 3. Также через него осуществляется задание уставки скорости вращения для каждого из колес.

Ответная часть на микрокомпьютере Raspberry Pi 3 была реализована с использованием пакета ROS Control.[7] Данный пакет осуществляет

взаимодействие с виртуальным последовательным портом и принимает данные от более высокоуровневых программ, каковой является программа управления движением робота.

Использование алгоритма семейства SLAM

Для тестирования на собранном колесном роботе был выбран алгоритм построения карты GMapping, потому что он является наиболее простым в реализации и показывает удовлетворительные результаты. Данный алгоритм получал в качестве входных данных облако точек с лазерного сканера и показания одометров. Алгоритм Adaptive Monte Carlo Localization (AMCL) использовался для определения местоположения робота на карте и определения пути к заданной точке.

Управление роботом осуществлял пакет move_base [8].

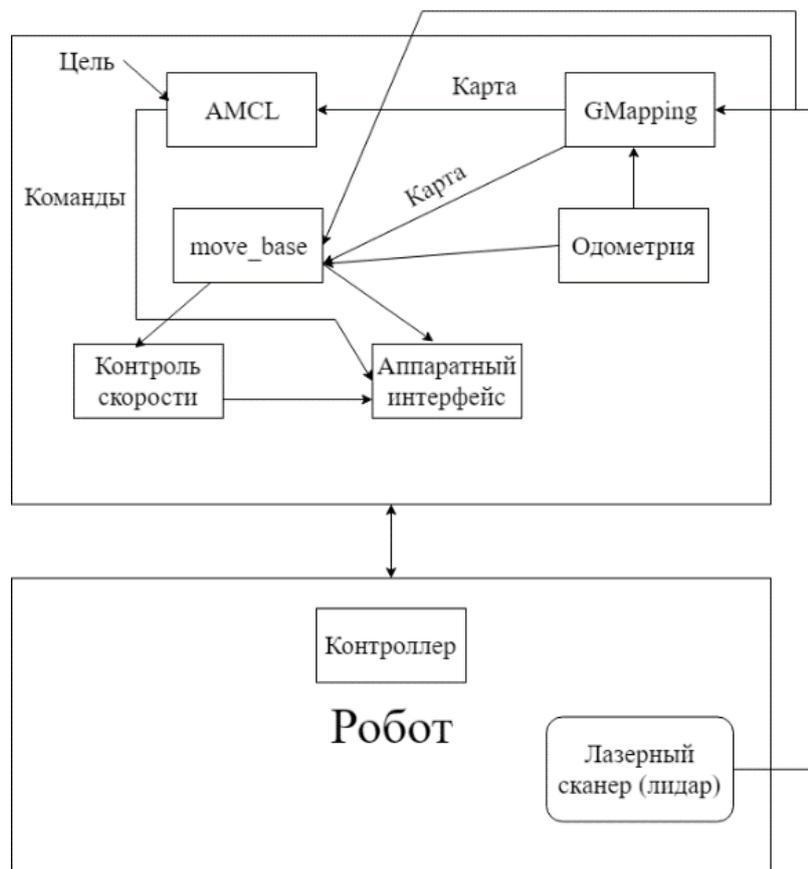


Рис 9. Схема взаимодействия оборудования и программного обеспечения.

Результаты

Были проведены испытания колесного робота, в ходе которых он должен был переместиться из точки А в точку В, ориентируясь на показания

сенсоров. Оператор мог наблюдать процесс построения карты окружающего пространства на компьютере супервизорного управления в программе RViz.

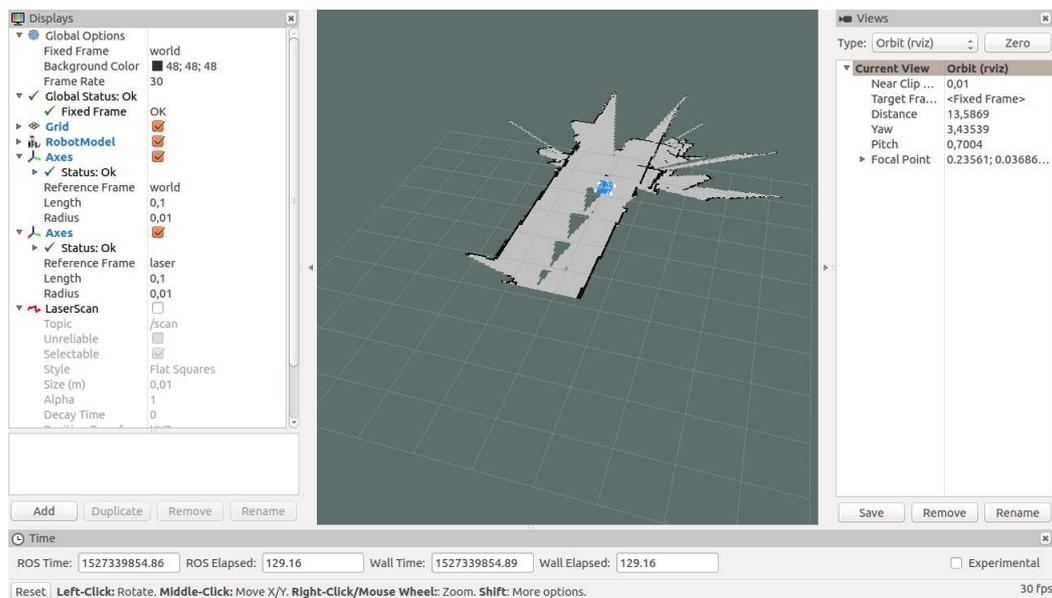


Рис 10. Карта местности в программе RViz.

Выводы

Алгоритмы семейства SLAM могут быть использованы в системе навигации робототехнических систем на поверхности Луны, где отсутствуют спутниковые системы навигации, а управление с Земли осложняется задержкой сигнала порядка 3 секунд. Применение алгоритмов SLAM в системе навигации робота позволит задавать с Земли только точку назначения.

Программная платформа ROS упрощает реализацию алгоритмов семейства SLAM и управления роботом.

Для получения более плотного облака точек могут быть использованы многлучевые лидары, например, Velodyne VLP32c, Ouster OS 1-64.

Для получения цветов облака точек может быть использована стереосистема камер или омникамера, например, Ladybug 5+.

Литература

1. А. В. Сидоров, Д. В. Щеголькова, «Освоение Луны: политика, коммерческий интерес или научные исследования»
2. O. Saprykin. About actual robots for scientific research of Moon and creation of a circumlunar infrastructure. / The 8th CSA-IAA Conference on Advanced Space Technology. Shanghai, China, 2019.

3. Котов К.Ю., Мальцев А.С., Соболев М.А. «Метод решения задачи одновременной локализации и построения карты при движении автономного мобильного робота»

4. WHY ROS? // ROS.ORG. [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <http://www.ros.org/is-ros-for-me/> (дата обращения 15.08.2019)

5. Joseph L. Mastering ROS for robotics programming. Packt Publishing Ltd., p. 67

6. SolidWorks to URDF Exporter // WIKI.ROS.ORG. [Электрон. ресурс]. Режим доступа: http://wiki.ros.org/sw_urdf_exporter (дата обращения 16.08.2019)

7. Тарачков М.В., Ширкин А.Е., Перминов И.К. Разработка элементов системы управления антропоморфным роботом AP-601. Издательство БФУ им. И. Канта, 2018. С. 368

8. Mahtani A., Sanchez L., Fernandez E., Martinez A. Effective Robotics Programming with ROS. Packt Publishing Ltd., 2016, p. 104

9. Перминов И.К. Разработка модели, имитирующей работу видеокамер и лидара для системы распознавания образов. Сборник статей XV Международной научно-практической конференции. В 2 ч. Ч. 1. С 11.

ISSN 2413-5291

НАЦИОНАЛЬНАЯ АССОЦИАЦИЯ УЧЕНЫХ (НАУ)

Ежемесячный научный журнал

№50 / 2019

3 часть

Ответственный редактор – д.ф-м.н. Филесин Т.А.
Секретарь конференции – д.ю.н. Аракелян Л.Т
Редакционная коллегия
Березин Л.С.
Гордиенко С.В.
Дочев Д.Т.
Ильинский В.И.
Киварова В.М.
Миронина Т.С.
Невский А.А.
Опарина В.П.
Оленин К.А.
Параска Б.Д.
Рыжков Л.П.
Симоненко Д.К.
Тимофеев В.Г.
Трошев А.Е.

Ответственный редактор

д.ф-м.н. Филесин Т.А. (Российская Федерация)

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются. За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов. При перепечатке ссылка на журнал обязательна. Материалы публикуются в авторской редакции.

Адрес редакции: 620144, г. Екатеринбург, улица Народной Воли, 2, оф. 44

Адрес электронной почты: info@national-science.ru

Адрес веб-сайта: <http://national-science.ru/>

Учредитель и издатель Национальная ассоциация ученых (НАУ) Тираж 1000 экз.

Отпечатано в типографии 620144, г. Екатеринбург,
улица Народной Воли, 2, оф. 4