

ISSN 2072-0297



МОЛОДОЙ[®] УЧЁНЫЙ

международный научный журнал



46

2017

Часть I

16+

ISSN 2072-0297

МОЛОДОЙ УЧЁНЫЙ

Международный научный журнал

Выходит еженедельно

№ 46 (180) / 2017

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Главный редактор: Ахметов Ильдар Геннадьевич, кандидат технических наук

Члены редакционной коллегии:

Ахметова Мария Николаевна, доктор педагогических наук

Иванова Юлия Валентиновна, доктор философских наук

Каленский Александр Васильевич, доктор физико-математических наук

Куташов Вячеслав Анатольевич, доктор медицинских наук

Лактионов Константин Станиславович, доктор биологических наук

Сараева Надежда Михайловна, доктор психологических наук

Абдрашилов Турганбай Курманбаевич, доктор философии (PhD) по философским наукам

Авдеюк Оксана Алексеевна, кандидат технических наук

Айдаров Оразхан Турсункожаевич, кандидат географических наук

Алиева Тарана Ибрагим кызы, кандидат химических наук

Ахметова Валерия Валерьевна, кандидат медицинских наук

Брезгин Вячеслав Сергеевич, кандидат экономических наук

Данилов Олег Евгеньевич, кандидат педагогических наук

Дёмин Александр Викторович, кандидат биологических наук

Дядюн Кристина Владимировна, кандидат юридических наук

Желнова Кристина Владимировна, кандидат экономических наук

Жуйкова Тамара Павловна, кандидат педагогических наук

Жураев Хуснидин Олтинбоевич, кандидат педагогических наук

Игнатова Мария Александровна, кандидат искусствоведения

Калдыбай Кайнар Калдыбайулы, доктор философии (PhD) по философским наукам

Кенесов Асхат Алмасович, кандидат политических наук

Коварда Владимир Васильевич, кандидат физико-математических наук

Комогорцев Максим Геннадьевич, кандидат технических наук

Котляров Алексей Васильевич, кандидат геолого-минералогических наук

Кошербаева Айгерим Нуралиевна, доктор педагогических наук, профессор

Кузьмина Виолетта Михайловна, кандидат исторических наук, кандидат психологических наук

Курпаяниди Константин Иванович, доктор философии (PhD) по экономическим наукам

Кучерявенко Светлана Алексеевна, кандидат экономических наук

Лескова Екатерина Викторовна, кандидат физико-математических наук

Макеева Ирина Александровна, кандидат педагогических наук

Матвиенко Евгений Владимирович, кандидат биологических наук

Матроскина Татьяна Викторовна, кандидат экономических наук

Матусевич Марина Степановна, кандидат педагогических наук

Мусаева Ума Алиевна, кандидат технических наук

Насимов Мурат Орленбаевич, кандидат политических наук

Паридинова Ботагоз Жаппаровна, магистр философии

Прончев Геннадий Борисович, кандидат физико-математических наук

Семахин Андрей Михайлович, кандидат технических наук

Сенцов Аркадий Эдуардович, кандидат политических наук

Сенюшкин Николай Сергеевич, кандидат технических наук

Титова Елена Ивановна, кандидат педагогических наук

Ткаченко Ирина Георгиевна, кандидат филологических наук

Фозилов Садриддин Файзуллаевич, кандидат химических наук

Яхина Асия Сергеевна, кандидат технических наук

Ячинова Светлана Николаевна, кандидат педагогических наук

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

Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № ФС77-38059 от 11 ноября 2009 г.

Журнал размещается и индексируется на портале eLIBRARY.RU, на момент выхода номера в свет журнал не входит в РИНЦ.

Журнал включен в международный каталог периодических изданий «Ulrich's Periodicals Directory».

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.

Международный редакционный совет:

Айрян Заруи Геворковна, *кандидат филологических наук, доцент (Армения)*

Арошидзе Паата Леонидович, *доктор экономических наук, ассоциированный профессор (Грузия)*

Атаев Загир Вагитович, *кандидат географических наук, профессор (Россия)*

Ахмеденов Кажмурат Максutowич, *кандидат географических наук, ассоциированный профессор (Казахстан)*

Бидова Бэла Бертовна, *доктор юридических наук, доцент (Россия)*

Борисов Вячеслав Викторович, *доктор педагогических наук, профессор (Украина)*

Велковска Гена Цветкова, *доктор экономических наук, доцент (Болгария)*

Гайич Тамара, *доктор экономических наук (Сербия)*

Данатаров Агахан, *кандидат технических наук (Туркменистан)*

Данилов Александр Максимович, *доктор технических наук, профессор (Россия)*

Демидов Алексей Александрович, *доктор медицинских наук, профессор (Россия)*

Досманбетова Зейнегуль Рамазановна, *доктор философии (PhD) по филологическим наукам (Казахстан)*

Ешиев Абдыракман Молдоалиевич, *доктор медицинских наук, доцент, зав. отделением (Кыргызстан)*

Жолдошев Сапарбай Тезекбаевич, *доктор медицинских наук, профессор (Кыргызстан)*

Игисинов Нурбек Сагинбекович, *доктор медицинских наук, профессор (Казахстан)*

Кадыров Кутлуг-Бек Бекмуратович, *кандидат педагогических наук, заместитель директора (Узбекистан)*

Кайгородов Иван Борисович, *кандидат физико-математических наук (Бразилия)*

Каленский Александр Васильевич, *доктор физико-математических наук, профессор (Россия)*

Козырева Ольга Анатольевна, *кандидат педагогических наук, доцент (Россия)*

Колпак Евгений Петрович, *доктор физико-математических наук, профессор (Россия)*

Кошербаева Айгерим Нуралиевна, *доктор педагогических наук, профессор (Казахстан)*

Курпаяниди Константин Иванович, *доктор философии (PhD) по экономическим наукам (Узбекистан)*

Куташов Вячеслав Анатольевич, *доктор медицинских наук, профессор (Россия)*

Кыят Эмине Лейла, *доктор экономических наук (Турция)*

Лю Цзюань, *доктор филологических наук, профессор (Китай)*

Малес Людмила Владимировна, *доктор социологических наук, доцент (Украина)*

Нагервадзе Марина Алиевна, *доктор биологических наук, профессор (Грузия)*

Нурмамедли Фазиль Алигусейн оглы, *кандидат геолого-минералогических наук (Азербайджан)*

Прокопьев Николай Яковлевич, *доктор медицинских наук, профессор (Россия)*

Прокофьева Марина Анатольевна, *кандидат педагогических наук, доцент (Казахстан)*

Рахматуллин Рафаэль Юсупович, *доктор философских наук, профессор (Россия)*

Ребезов Максим Борисович, *доктор сельскохозяйственных наук, профессор (Россия)*

Сорока Юлия Георгиевна, *доктор социологических наук, доцент (Украина)*

Узаков Гулом Норбоевич, *доктор технических наук, доцент (Узбекистан)*

Хоналиев Назарали Хоналиевич, *доктор экономических наук, старший научный сотрудник (Таджикистан)*

Хоссейни Амир, *доктор филологических наук (Иран)*

Шарипов Аскар Калиевич, *доктор экономических наук, доцент (Казахстан)*

Шуклина Зинаида Николаевна, *доктор экономических наук (Россия)*

Руководитель редакционного отдела: Кайнова Галина Анатольевна

Ответственный редактор: Осянина Екатерина Игоревна

Художник: Шишков Евгений Анатольевич

Верстка: Бурьянов Павел Яковлевич, Голубцов Максим Владимирович, Майер Ольга Вячеславовна

Почтовый адрес редакции: 420126, г. Казань, ул. Амирхана, 10а, а/я 231.

Фактический адрес редакции: 420029, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.

E-mail: info@moluch.ru; http://www.moluch.ru/.

Учредитель и издатель: ООО «Издательство Молодой ученый».

Тираж 500 экз. Дата выхода в свет: 06.12.2017. Цена свободная.

Материалы публикуются в авторской редакции. Все права защищены.

Отпечатано в типографии издательства «Молодой ученый», 420029, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.

На обложке изображен *Марио Молина* (родился 19 марта 1943 г.), мексиканский химик, исследователь химии атмосферы Земли.

Марио родился в Мехико в семье адвоката. Окончил сначала частную школу Institut auf dem Rosenberg в Швейцарии, а затем получил степень бакалавра химической технологии в Национальном автономном университете Мехико. В 1972 году получил докторскую степень в Калифорнийском университете в Беркли.

Важнейшие исследования Марио Молины касаются химических явлений, которые происходят в атмосфере. Он исследовал химические и спектроскопические свойства соединений, имеющих значение для воздушной оболочки Земли. В 1974 году совместно с Ф. Роулэндом разработал теорию уменьшения озонового слоя в результате воздействия коротковолнового ультрафиолетового излучения на фреоны, вещества, которые поступают в нижние слои атмосферы в результате выбросов промышленного производства. Атомы хлора атакуют молекулы озона, разрушая их и давая оксид хлора ClO, который взаимодействует с атомарным кислородом, в результате чего вновь образуется активный хлор — важный компонент цикла разрушения озона. Эти исследования впоследствии легли в основу многочисленных работ по изучению проблемы разрушения

стратосферного озонового слоя. Для предотвращения этой медленной, но неизбежной экологической катастрофы потребовалось принятие на международном уровне политических решений, непосредственно затрагивающих жизненные интересы многих миллионов людей. Так, например, запрет на производство и использование фторхлоруглеродов привел к поиску его менее опасных заменителей.

В 1980-х годах Молина воссоздал в лабораторных условиях аналог стратосферных антарктических облаков, состоящих из микрокристалликов льда, изучил их влияние на атмосферу и доказал, что в полярных условиях разрушение озона протекает весьма успешно. Чтобы понять суть быстрых каталитических реакций над южным полюсом, проводились эксперименты с перекисью хлора, мало изученным до этого веществом.

В 1995 году за работу по изучению факторов, влияющих на образование и разрушение озонового слоя, ему была присуждена Нобелевская премия, которую он разделил со своим бывшим руководителем Шервудом Роулэндом и голландцем Паулем Круценом.

С 2004 года Молина преподает в Калифорнийском университете в Сан-Диего.

Екатерина Осянина, ответственный редактор

СОДЕРЖАНИЕ

ФИЗИКА

- Емельянов А. А., Бесклеткин В. В.,
Пестеров Д. И., Одинцов В. О., Соснин А. С.,
Антоненко И. А., Коновалов И. Д., Бабкин В. А.**
Моделирование асинхронного двигателя с
переменными Ψ_m — I_s на выходе интегрирующих
звеньев в системе абсолютных единиц
в Simulink-Script1
- Емельянов А. А., Бесклеткин В. В.,
Пестеров Д. И., Одинцов В. О., Соснин А. С.,
Антоненко И. А., Коновалов И. Д., Бабкин В. А.**
Моделирование асинхронного двигателя с
переменными Ψ_m — I_s на выходе интегрирующих
звеньев в системе абсолютных единиц
в Simulink 9

ИНФОРМАТИКА

- Коптенок Е. В., Кузин А. В., Шумилин Т. Б.,
Соколов М. Д.**
Разработка автоматизированного рабочего места
преподавателя информатики23
- Коптенок Е. В., Кузин А. В., Шумилин Т. Б.,
Соколов М. Д.**
Разработка способа представления длинных
чисел в памяти компьютера26
- Коптенок Е. В., Кустова Д. В., Полшкова И. В.**
Применение графической библиотеки SDL2.0 для
программирования компьютерных игр
на языке СИ 30
- Шевченко Р. В.**
Обзор существующих программных продуктов
предпочтовой обработки партионной почты33

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

- Андрейчук А. В., Аверьянов И. О.**
Разработка подхода к проектированию
взлётно-посадочных устройств с применением
концепции единой расчётной модели 37
- Ашуров Д. А., Исламов В. К.**
Неохлаждаемые тепловизионные приборы
для обнаружения малоразмерных
воздушных целей 40
- Войтко А. М.**
Улучшение устойчивости транспортного
средства с повышенным центром тяжести
за счет установки пневматической подвески....44
- Гасанов И. Р.**
К вопросу упрощения решений
гидродинамических задач, связанных
с фильтрацией в пласте углеводородов
с аномальными свойствами49
- Лившиц Д. И.**
Вопросы обеспечения стабильности и
безопасности работы энергопроизводящего
оборудования, в том числе и за счёт различных
инновационных аспектов
кибербезопасности55
- Лобовко А. В.**
Роль защитных оконных пленок в обеспечении
благоприятных условий труда..... 61
- Мехтиев Р. К.**
Трещины в композите, армированном
однонаправленными ортотропными волокнами
при продольном сдвиге63
- Семенов Д. А., Рубанов Д. Ю., Петроченко В. В.**
Техническое обслуживание топливных форсунок
бензиновых двигателей73

Фоменко А. А., Шилин А. А.
Определение характеристик головок
самонаведения для поражения беспилотных
летательных аппаратов76

БИОЛОГИЯ

Азявчикова Т. В., Барабаш А. А.
Видовое разнообразие водных моллюсков
Гомельского района78

Cartasev A. A.
Optimization of a protective medium for freeze-
dried strains of *Streptococcus thermophilus*81

МЕДИЦИНА

Абдушарипов М. А.
Возможности УЗИ и МРТ в диагностике
травматических повреждений внутренних
структур коленного сустава84

**Боранбаева Р. З., Умбетов К. О.,
Куанышбаева А. Ж., Шерезданова А. А.**
Заготовка трансплантата для аутологичной
трансплантации гемопоэтических стволовых
клеток87

Karieva S. A., Golubina I., Ortiqboeva S. O.
Optimization of clinical lecture as a leading
organizational form of training.....91

Shamsiev A. I., Ruziev S. I., Yadgarova S. S.
Identification of the sex of dismembered corpses
on finger dermatoglyphic indices93

ЭКОЛОГИЯ

Ишкильдина Л. Г.
Человек — часть природы и должен жить по её
законам97

Кравец М. Н., Васина М. В.
Эффективность очистки нефтесодержащих
сточных вод методом флотации.....99

ФИЗИКА

Моделирование асинхронного двигателя с переменными Ψ_m — I_s на выходе интегрирующих звеньев в системе абсолютных единиц в Simulink-Script

Емельянов Александр Александрович, доцент;
 Бескеткин Виктор Викторович, ассистент;
 Пестеров Дмитрий Ильич, студент;
 Одинцов Василий Олегович, студент;
 Соснин Александр Сергеевич, студент;
 Антоненко Илья Александрович, студент;
 Коновалов Илья Дмитриевич, студент;
 Бабкин Виталий Андреевич, студент

Российский государственный профессионально-педагогический университет (г. Екатеринбург)

Данная работа является продолжением статьи [1], в которой проекции векторов \bar{I}_s и $\bar{\Psi}_m$ были получены на выходе апериодических звеньев. В этой статье проекции векторов \bar{I}_s и $\bar{\Psi}_m$ выведены на основе интегрирующих звеньев. В работе [1] было получено уравнение (9):

$$0 = \frac{R_{Rk}}{L_m} \cdot \Psi_{mx} - \left(R_{Rk} + \frac{1}{k_r} \cdot R_S \right) \cdot I_{Sx} + \frac{1}{k_r} \cdot U_{Sx} - \left(L_{\sigma R} + \frac{1}{k_r} \cdot L_{\sigma S} \right) \cdot (I_{Sx} \cdot s) + \frac{L_{\sigma S}}{k_r} \cdot (\Omega_k \cdot I_{Sy}) + \frac{z_p}{k_r} \cdot (\Omega \cdot \Psi_{my}) + L_{\sigma R} \cdot (\Omega_k - \Omega \cdot z_p) \cdot I_{Sy}$$

Перенесем в левую часть $\left(L_{\sigma R} + \frac{1}{k_r} \cdot L_{\sigma S} \right) \cdot (I_{Sx} \cdot s)$:

$$\frac{k_r \cdot L_{\sigma R} + L_{\sigma S}}{k_r} \cdot I_{Sx} \cdot s = \frac{R_{Rk}}{L_m} \cdot \Psi_{mx} - \frac{k_r \cdot R_{Rk} + R_S}{k_r} \cdot I_{Sx} + \frac{1}{k_r} \cdot U_{Sx} + \frac{L_{\sigma S}}{k_r} \cdot (\Omega_k \cdot I_{Sy}) + \frac{z_p}{k_r} \cdot (\Omega \cdot \Psi_{my}) + L_{\sigma R} \cdot (\Omega_k - \Omega \cdot z_p) \cdot I_{Sy}$$

Обозначим $L_\sigma = L_{\sigma S} + k_r \cdot L_{\sigma R}$ и $R_{S1} = R_S + k_r \cdot R_{Rk}$.

Умножим обе части полученного уравнения на k_r :

$$L_\sigma \cdot I_{Sx} \cdot s = \frac{k_r \cdot R_{Rk}}{L_m} \cdot \Psi_{mx} - R_{S1} \cdot I_{Sx} + U_{Sx} + L_{\sigma S} \cdot (\Omega_k \cdot I_{Sy}) + z_p \cdot (\Omega \cdot \Psi_{my}) + k_r \cdot L_{\sigma R} \cdot (\Omega_k - \Omega \cdot z_p) \cdot I_{Sy}$$

Тогда ток I_{Sx} определится в следующем виде:

$$I_{Sx} = \left[\underbrace{\frac{k_r \cdot R_{Rk}}{L_m} \cdot \Psi_{mx}}_2 - \underbrace{R_{S1} \cdot I_{Sx}}_1 + \underbrace{U_{Sx}}_3 + \underbrace{L_{\sigma S} \cdot (\Omega_k \cdot I_{Sy})}_5 + \underbrace{z_p \cdot (\Omega \cdot \Psi_{my})}_6 + \underbrace{k_r \cdot L_{\sigma R} \cdot (\Omega_k - \Omega \cdot z_p) \cdot I_{Sy}}_4 \right] \cdot \frac{1}{L_\sigma} \cdot \frac{1}{s}$$

Структурная схема проекции статорного тока I_{Sx} на ось (+1) приведена на рис. 1.

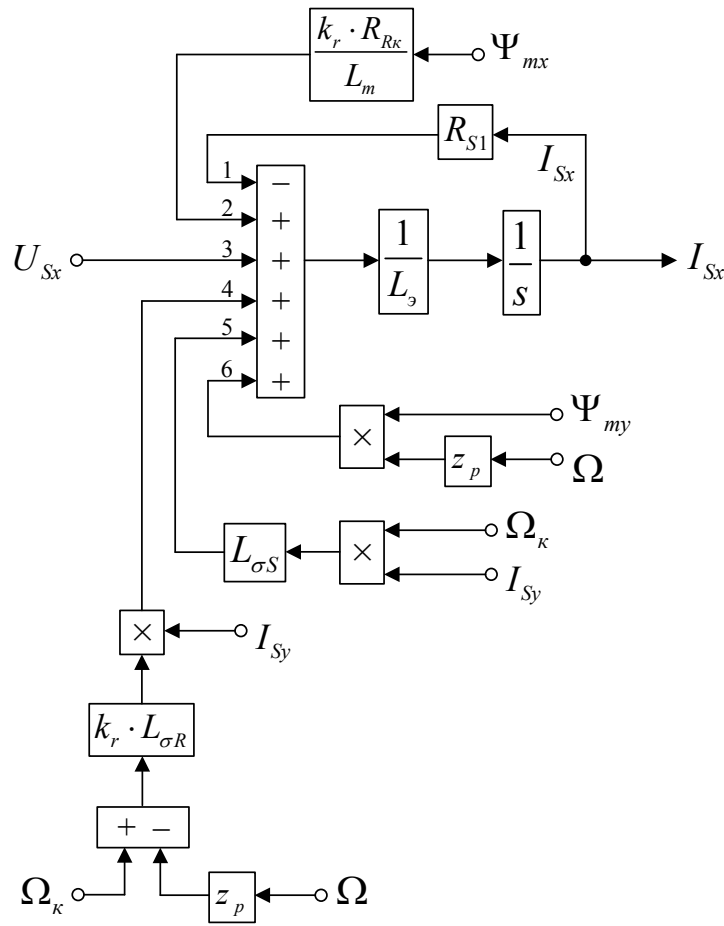


Рис. 1. Структурная схема проекции статорного тока I_{Sx} на ось (+1)

Аналогично, приведем уравнение (11) из работы [1].

$$0 = \frac{R_{Rk}}{L_m} \cdot \Psi_{my} - \left(\frac{R_{Rk} \cdot k_r + R_S}{k_r} \right) \cdot I_{Sy} + \frac{1}{k_r} \cdot U_{Sy} - \left(\frac{L_{\sigma S} + L_{\sigma R} \cdot k_r}{k_r} \right) \cdot (I_{Sy} \cdot s) - \frac{L_{\sigma S}}{k_r} \cdot (\Omega_k \cdot I_{Sx}) - \frac{z_p}{k_r} \cdot (\Omega \cdot \Psi_{mx}) - L_{\sigma R} \cdot (\Omega_k - \Omega \cdot z_p) \cdot I_{Sx}.$$

Перенесем в левую часть $\left(\frac{L_{\sigma S} + L_{\sigma R} \cdot k_r}{k_r} \right) \cdot (I_{Sy} \cdot s)$ и умножим обе части на k_r :

$$\underbrace{\left(L_{\sigma S} + L_{\sigma R} \cdot k_r \right) \cdot I_{Sy} \cdot s}_{L_3} = \frac{k_r \cdot R_{Rk}}{L_m} \cdot \Psi_{my} - \underbrace{\left(R_{Rk} \cdot k_r + R_S \right) \cdot I_{Sy}}_{R_{S1}} + U_{Sy} - L_{\sigma S} \cdot (\Omega_k \cdot I_{Sx}) - z_p \cdot (\Omega \cdot \Psi_{mx}) - k_r \cdot L_{\sigma R} \cdot (\Omega_k - \Omega \cdot z_p) \cdot I_{Sx}.$$

Отсюда определим ток I_{Sy} :

$$I_{Sy} = \left[\underbrace{\frac{k_r \cdot R_{Rk}}{L_m} \cdot \Psi_{my}}_5 - \underbrace{R_{S1} \cdot I_{Sy}}_6 + \underbrace{U_{Sy}}_4 - \underbrace{L_{\sigma S} \cdot (\Omega_k \cdot I_{Sx})}_2 - \underbrace{z_p \cdot (\Omega \cdot \Psi_{mx})}_1 - \underbrace{k_r \cdot L_{\sigma R} \cdot (\Omega_k - \Omega \cdot z_p) \cdot I_{Sx}}_3 \right] \cdot \frac{1}{L_3} \cdot \frac{1}{s}.$$

Структурная схема проекции статорного тока I_{Sy} на ось (+j) приведена на рис. 2.

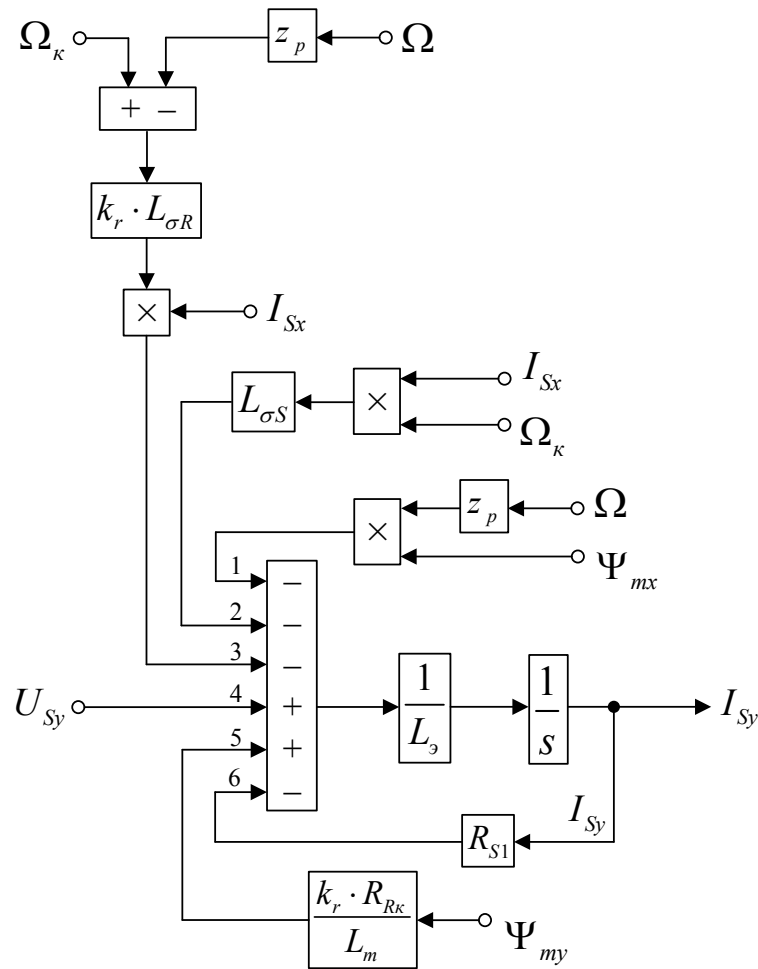


Рис. 2. Структурная схема для определения проекции статорного тока I_{Sy} на ось (+j)

Определим потокосцепление Ψ_{mx} по оси (+1) из уравнения (13) работы [1]:

$$0 = \frac{R_{Rk}}{L_m} \cdot \Psi_{mx} - R_{Rk} \cdot I_{Sx} + \frac{1}{k_r} \cdot (\Psi_{mx} \cdot s) - \frac{L_{\sigma R}}{L_{\sigma S}} \cdot U_{Sx} + \frac{R_S \cdot L_{\sigma R}}{L_{\sigma S}} \cdot I_{Sx} + \frac{L_{\sigma R}}{L_{\sigma S}} \cdot (\Psi_{mx} \cdot s) -$$

$$- \frac{L_{\sigma R}}{L_{\sigma S}} \cdot (\Omega_\kappa \cdot \Psi_{my}) - L_{\sigma R} \cdot (\Omega_\kappa \cdot I_{Sy}) - \frac{1}{k_r} \cdot (\Omega_\kappa - \Omega \cdot z_p) \cdot \Psi_{my} + L_{\sigma R} \cdot (\Omega_\kappa \cdot I_{Sy}) - L_{\sigma R} \cdot z_p \cdot (\Omega \cdot I_{Sy}).$$

Перенесем в левую часть $\left(\frac{1}{k_r} + \frac{L_{\sigma R}}{L_{\sigma S}}\right) \cdot \Psi_{mx} \cdot s$:

$$\left(\frac{1}{k_r} + \frac{L_{\sigma R}}{L_{\sigma S}}\right) \cdot \Psi_{mx} \cdot s = -\frac{R_{Rk}}{L_m} \cdot \Psi_{mx} + R_{Rk} \cdot I_{Sx} + \frac{L_{\sigma R}}{L_{\sigma S}} \cdot U_{Sx} - \frac{R_S \cdot L_{\sigma R}}{L_{\sigma S}} \cdot I_{Sx} + \frac{L_{\sigma R}}{L_{\sigma S}} \cdot (\Omega_\kappa \cdot \Psi_{my}) +$$

$$+ \frac{1}{k_r} \cdot (\Omega_\kappa - \Omega \cdot z_p) \cdot \Psi_{my} + L_{\sigma R} \cdot z_p \cdot (\Omega \cdot I_{Sy});$$

$$\left(\frac{1}{k_r} + \frac{L_{\sigma R}}{L_{\sigma S}}\right) \cdot \Psi_{mx} \cdot s = -\frac{R_{Rk}}{L_m} \cdot \Psi_{mx} + \left(R_{Rk} - \frac{R_S \cdot L_{\sigma R}}{L_{\sigma S}}\right) \cdot I_{Sx} + \frac{L_{\sigma R}}{L_{\sigma S}} \cdot U_{Sx} + \frac{L_{\sigma R}}{L_{\sigma S}} \cdot (\Omega_\kappa \cdot \Psi_{my}) +$$

$$+ \frac{1}{k_r} \cdot (\Omega_\kappa - \Omega \cdot z_p) \cdot \Psi_{my} + L_{\sigma R} \cdot z_p \cdot (\Omega \cdot I_{Sy}).$$

Обозначим:

$$\frac{1}{k_r} + \frac{L_{\sigma R}}{L_{\sigma S}} = \frac{L_{\sigma S} + k_r \cdot L_{\sigma R}}{k_r \cdot L_{\sigma S}} = \frac{L_3}{k_r \cdot L_{\sigma S}};$$

$$R_{Rk} - \frac{R_S \cdot L_{\sigma R}}{L_{\sigma S}} = \Delta R.$$

$$\frac{L_3}{k_r \cdot L_{\sigma S}} \cdot \Psi_{mx} \cdot s = -\frac{R_{Rk}}{L_m} \cdot \Psi_{mx} + \Delta R \cdot I_{Sx} + \frac{L_{\sigma R}}{L_{\sigma S}} \cdot U_{Sx} + \frac{L_{\sigma R}}{L_{\sigma S}} \cdot (\Omega_k \cdot \Psi_{my}) + \frac{1}{k_r} \cdot (\Omega_k - \Omega \cdot z_p) \cdot \Psi_{my} + L_{\sigma R} \cdot z_p \cdot (\Omega \cdot I_{Sy}).$$

Тогда потокосцепление Ψ_{mx} определится следующим образом:

$$\Psi_{mx} = \left[\underbrace{-\frac{R_{Rk}}{L_m} \cdot \Psi_{mx}}_1 + \underbrace{\Delta R \cdot I_{Sx}}_2 + \underbrace{\frac{L_{\sigma R}}{L_{\sigma S}} \cdot U_{Sx}}_5 + \underbrace{\frac{L_{\sigma R}}{L_{\sigma S}} \cdot (\Omega_k \cdot \Psi_{my})}_3 + \underbrace{\frac{1}{k_r} \cdot (\Omega_k - \Omega \cdot z_p) \cdot \Psi_{my}}_6 + \underbrace{L_{\sigma R} \cdot z_p \cdot (\Omega \cdot I_{Sy})}_4 \right] \cdot \frac{k_r \cdot L_{\sigma S}}{L_3} \cdot \frac{1}{s}.$$

Структурная схема для определения потокосцепления Ψ_{mx} приведена на рис. 3.

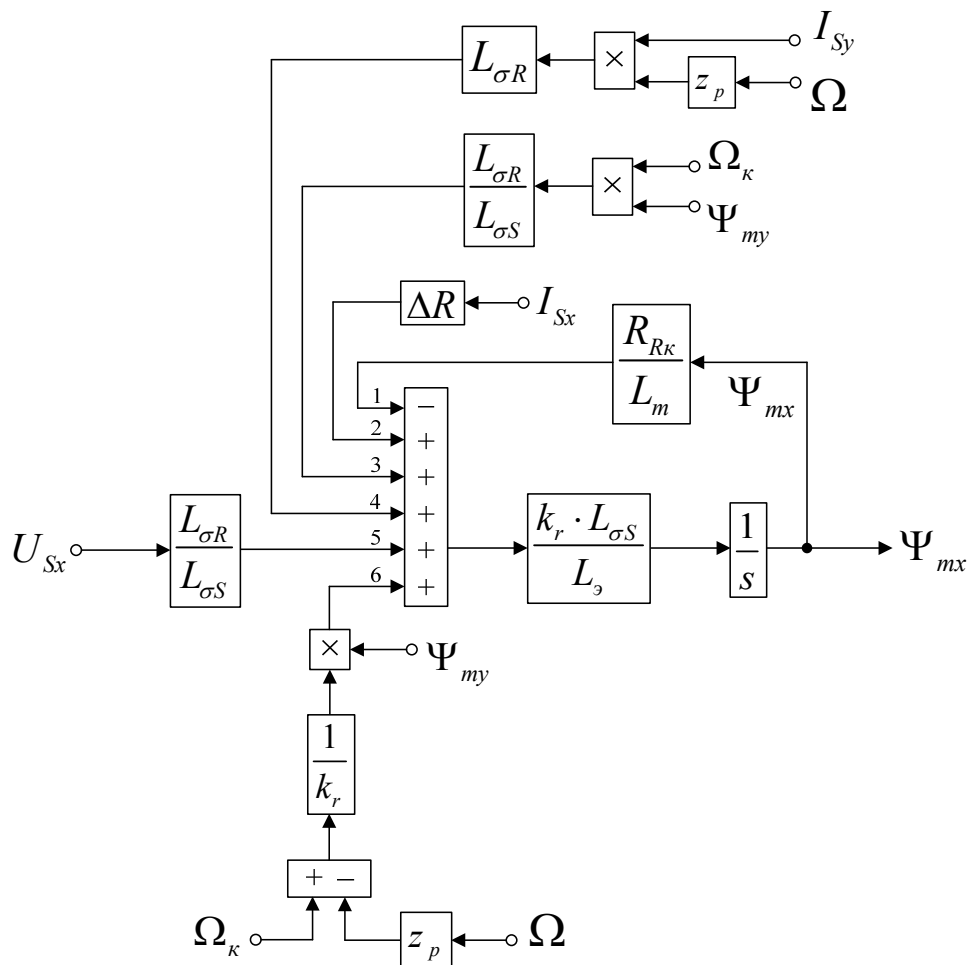


Рис. 3. Структурная схема для определения потокосцепления Ψ_{mx}

Определим потокосцепление Ψ_{my} по оси (+j) из уравнения (15) работы [1]:

$$0 = \frac{R_{R\kappa}}{L_m} \cdot \Psi_{my} - R_{R\kappa} \cdot I_{Sy} + \frac{1}{k_r} \cdot (\Psi_{my} \cdot s) - \frac{L_{\sigma R}}{L_{\sigma S}} \cdot U_{Sy} + \frac{R_S \cdot L_{\sigma R}}{L_{\sigma S}} \cdot I_{Sy} + \frac{L_{\sigma R}}{L_{\sigma S}} \cdot (\Psi_{my} \cdot s) + \frac{L_{\sigma R}}{L_{\sigma S}} \cdot (\Omega_\kappa \cdot \Psi_{mx}) + L_{\sigma R} \cdot (\Omega_\kappa \cdot I_{Sx}) + \frac{1}{k_r} \cdot (\Omega_\kappa - \Omega \cdot z_p) \cdot \Psi_{mx} - L_{\sigma R} \cdot (\Omega_\kappa \cdot I_{Sx}) + L_{\sigma R} \cdot z_p \cdot (\Omega \cdot I_{Sx}).$$

Перенесем в левую часть $\left(\frac{1}{k_r} + \frac{L_{\sigma R}}{L_{\sigma S}}\right) \cdot \Psi_{my} \cdot s$:

$$\underbrace{\left(\frac{1}{k_r} + \frac{L_{\sigma R}}{L_{\sigma S}}\right)}_{L_3 / (k_r \cdot L_{\sigma S})} \cdot \Psi_{my} \cdot s = -\frac{R_{R\kappa}}{L_m} \cdot \Psi_{my} + \underbrace{\left(R_{R\kappa} - \frac{R_S \cdot L_{\sigma R}}{L_{\sigma S}}\right)}_{\Delta R} \cdot I_{Sy} + \frac{L_{\sigma R}}{L_{\sigma S}} \cdot U_{Sy} - \frac{L_{\sigma R}}{L_{\sigma S}} \cdot (\Omega_\kappa \cdot \Psi_{mx}) - \frac{1}{k_r} \cdot (\Omega_\kappa - \Omega \cdot z_p) \cdot \Psi_{mx} - L_{\sigma R} \cdot z_p \cdot (\Omega \cdot I_{Sx}).$$

Потокосцепление Ψ_{my} определится следующим образом:

$$\Psi_{my} = \left[\underbrace{-\frac{R_{R\kappa}}{L_m} \cdot \Psi_{my}}_6 + \underbrace{\Delta R \cdot I_{Sy}}_5 + \underbrace{\frac{L_{\sigma R}}{L_{\sigma S}} \cdot U_{Sy}}_2 - \underbrace{\frac{L_{\sigma R}}{L_{\sigma S}} \cdot (\Omega_\kappa \cdot \Psi_{mx})}_4 - \underbrace{\frac{1}{k_r} \cdot (\Omega_\kappa - \Omega \cdot z_p) \cdot \Psi_{mx}}_1 - \underbrace{L_{\sigma R} \cdot z_p \cdot (\Omega \cdot I_{Sx})}_3 \right] \cdot \frac{k_r \cdot L_{\sigma S}}{L_3} \cdot \frac{1}{s}.$$

Структурная схема для определения потокосцепления Ψ_{my} приведена на рис. 4.

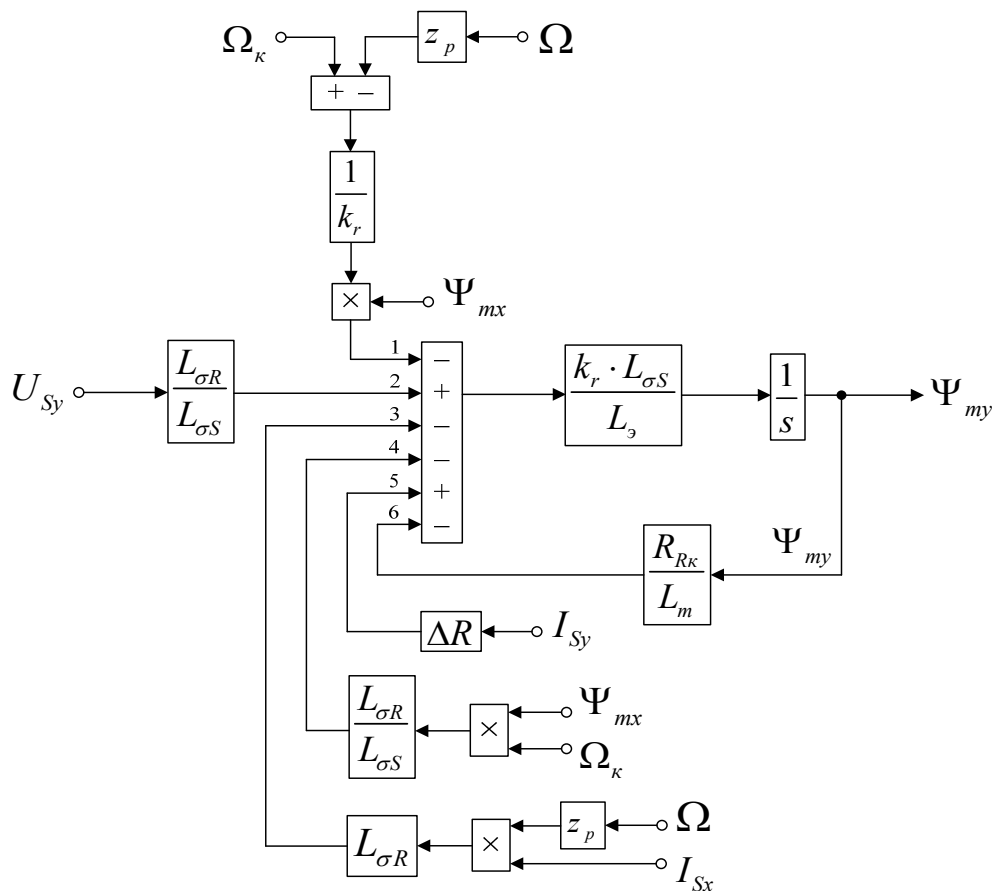


Рис. 4. Структурная схема для определения потокосцепления Ψ_{my}

На рис. 5 представлена структурная схема для реализации уравнения электромагнитного момента:

$$M = \frac{3}{2} \cdot z_p \cdot (\Psi_{mx} \cdot I_{Sy} - \Psi_{my} \cdot I_{Sx}).$$

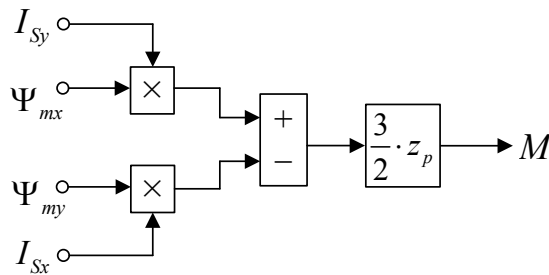


Рис. 5. Математическая модель определения электромагнитного момента *M*

Из уравнения движения выразим механическую угловую скорость вращения вала двигателя (рис. 6):

$$M - M_c = J \cdot \Omega \cdot s;$$

$$\Omega = (M - M_c) \cdot \frac{1}{J \cdot s}.$$

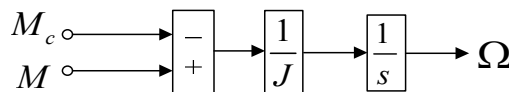


Рис. 6. Математическая модель уравнения движения

Математическая модель асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором с переменными $\Psi_m - I_s$ на выходе интегрирующих звеньев в системе абсолютных единиц приведена на рис. 7. Параметры асинхронного двигателя рассмотрены в работах [2] и [3].

Расчет параметров производим в Script:

PN=320000;	Xm=4.552;	lm=Xm/Zb;
UsN=380;	J=28;	Lm=lm*Lb;
IsN=324;	Ub=sqrt(2)*UsN;	betaN=(Omega0N-OmegaN)/Omega0N;
fN=50;	Ib=sqrt(2)*IsN;	kr=lm/(lm+lbr);
Omega0N=104.7;	OmeGasN=2*pi*fN;	lbe=lbs+lbr+lbs*lbr*lm^(-1);
OmegaN=102.83;	OmeGaN=OmeGasN;	roN=0.9962;
nN=0.944;	Zb=Ub/Ib;	rrk=roN*betaN;
cos_phiN=0.92;	Psib=Ub/OmeGaN;	RRk=rrk*Zb;
zp=3;	Lb=Psib/Ib;	RS1=Rs+kr*RRk;
Rs=0.0178;	rs=Rs/Zb;	LbS=lbs*Lb;
Xs=0.118;	lbs=Xs/Zb;	LbR=lbr*Lb;
Rr=0.0194;	rr=Rr/Zb;	Le=LbS+kr*LbR;
Xr=0.123;	lbr=Xr/Zb;	dR=RRk-Rs*LbR/LbS;

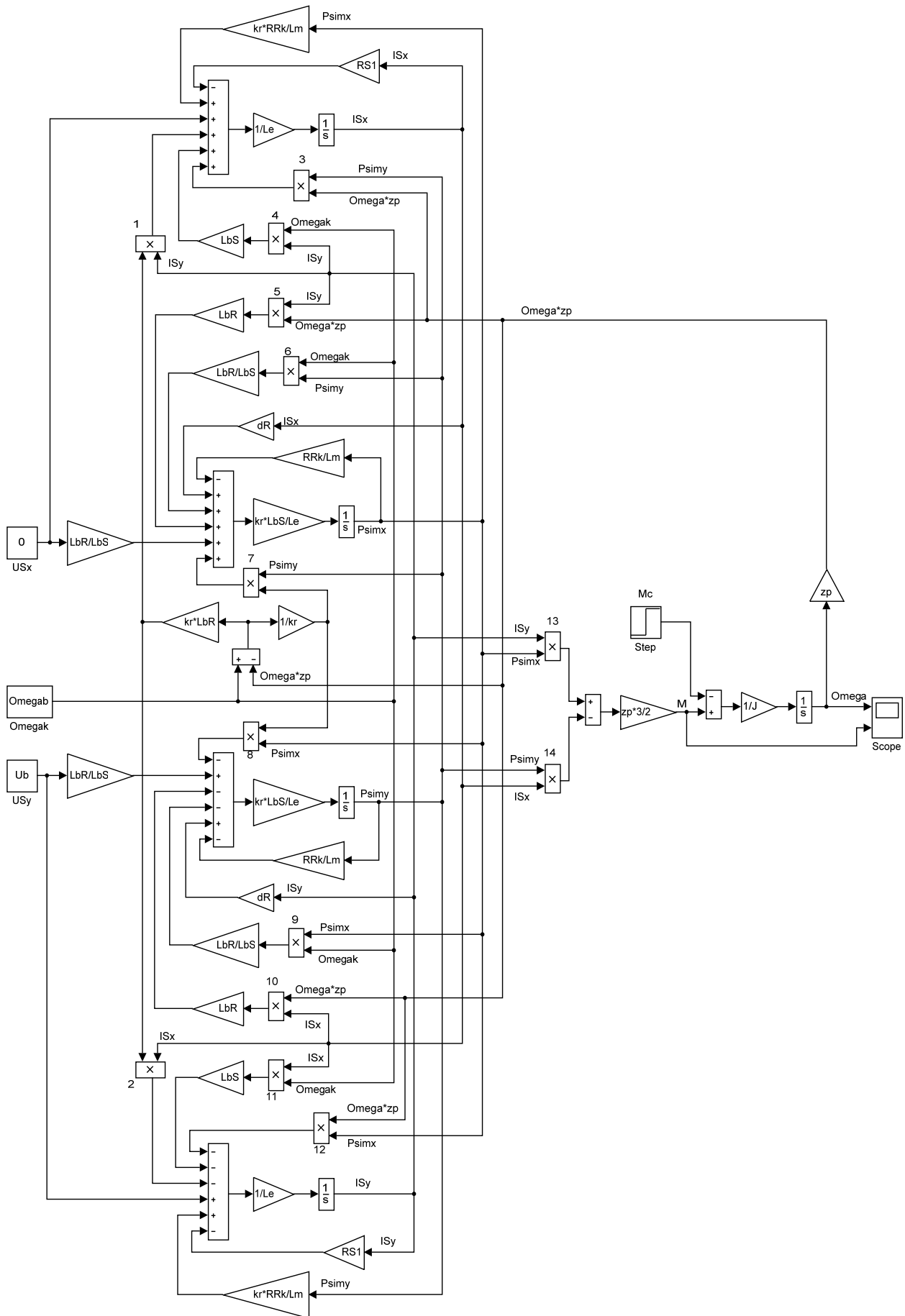


Рис. 7. Математическая модель асинхронного двигателя с переменными $\Psi_m - I_s$ на выходе интегрирующих звеньев в системе абсолютных единиц

Результаты моделирования асинхронного двигателя представлены на рис. 8.

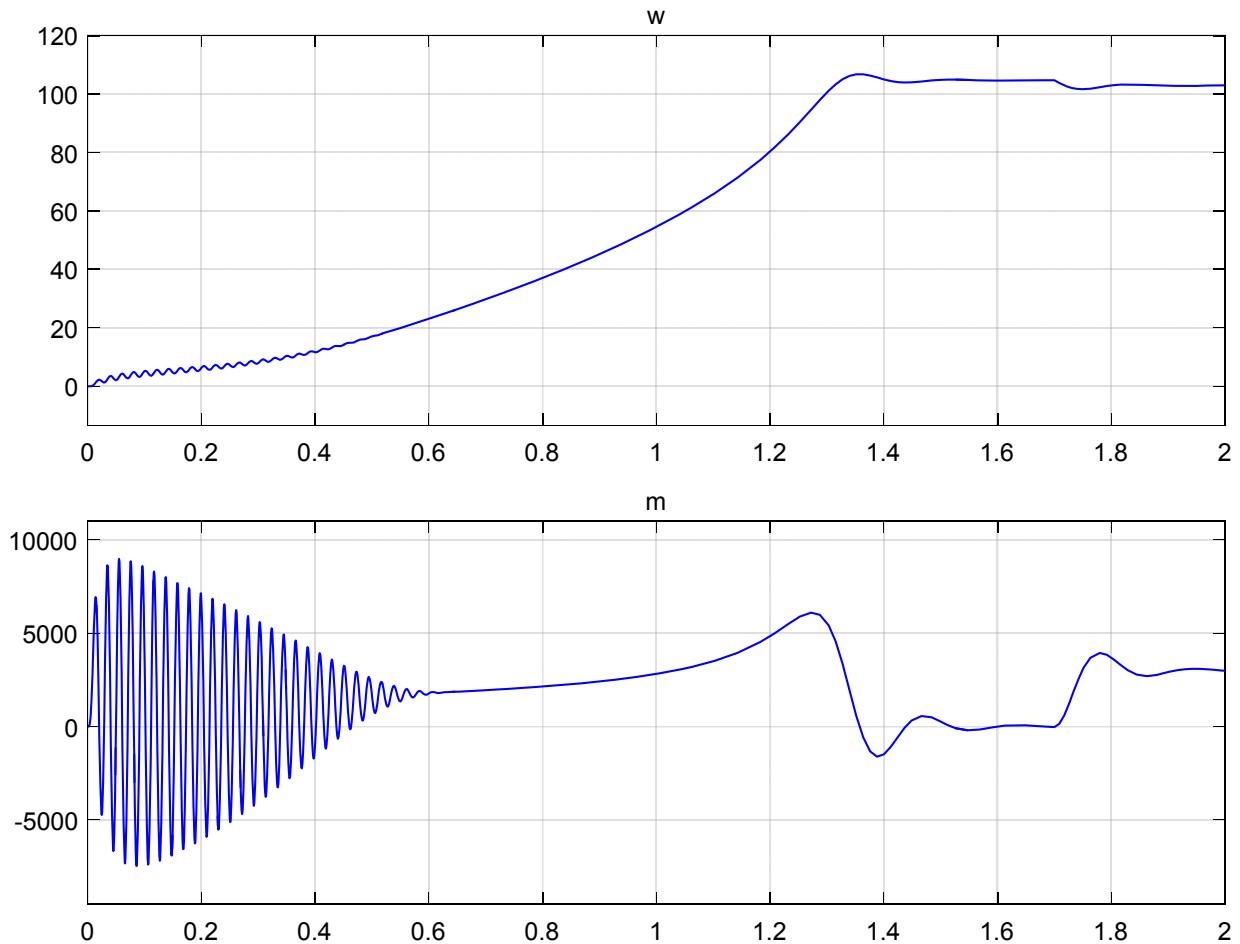


Рис. 8. Графики скорости и момента

Литература:

1. Емельянов, А.А., Бесклеткин В.В., Пестеров Д.И., Одинцов В.О., Антоненко И.А., Коновалов И.Д., Бабкин В.А. Моделирование асинхронного двигателя с переменными $\Psi_m - I_s$ на выходе апериодических звеньев в системе абсолютных единиц в Simulink-Script // Молодой ученый. — 2017. — №45. — с. 8–19
2. Шрейнер, Р.Т. Математическое моделирование электроприводов переменного тока с полупроводниковыми преобразователями частоты. — Екатеринбург: УРО РАН, 2000. — 654 с.
3. Шрейнер, Р.Т. Электромеханические и тепловые режимы асинхронных двигателей в системах частотного управления: учеб. пособие / Р.Т. Шрейнер, А.В. Костылев, В.К. Кривовяз, С.И. Шилин. Под ред. проф. д. т. н. Р.Т. Шрейнера. — Екатеринбург: ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т», 2008. — 361 с.

Моделирование асинхронного двигателя с переменными Ψ_m — I_s на выходе интегрирующих звеньев в системе абсолютных единиц в Simulink

Емельянов Александр Александрович, доцент;
 Бесклеткин Виктор Викторович, ассистент;
 Пестеров Дмитрий Ильич, студент;
 Одинцов Василий Олегович, студент;
 Соснин Александр Сергеевич, студент;
 Антоненко Илья Александрович, студент;
 Коновалов Илья Дмитриевич, студент;
 Бабкин Виталий Андреевич, студент.

Российский государственный профессионально-педагогический университет (г. Екатеринбург)

Данная работа является продолжением статьи [1]. Проекция векторов $\overline{\Psi}_m$ и \overline{I}_s выведены на основе интегрирующих звеньев с моделированием в Simulink.

В работе [1] было получено уравнение (9) для расчета тока I_{Sx} в Simulink-Script:

$$0 = \frac{R_{Rk}}{L_m} \cdot \Psi_{mx} - \left(R_{Rk} + \frac{1}{k_r} \cdot R_S \right) \cdot I_{Sx} + \frac{1}{k_r} \cdot U_{Sx} - \left(L_{\sigma R} + \frac{1}{k_r} \cdot L_{\sigma S} \right) \cdot (I_{Sx} \cdot s) + \frac{L_{\sigma S}}{k_r} \cdot (\Omega_k \cdot I_{Sy}) + \frac{z_p}{k_r} \cdot (\Omega \cdot \Psi_{my}) + L_{\sigma R} \cdot (\Omega_k - \Omega \cdot z_p) \cdot I_{Sy}.$$

Перенесем $\left(L_{\sigma R} + \frac{1}{k_r} \cdot L_{\sigma S} \right) \cdot (I_{Sx} \cdot s)$ в левую часть:

$$\frac{k_r \cdot L_{\sigma R} + L_{\sigma S}}{k_r} \cdot I_{Sx} \cdot s = \frac{R_{Rk}}{L_m} \cdot \Psi_{mx} - \frac{k_r \cdot R_{Rk} + R_S}{k_r} \cdot I_{Sx} + \frac{1}{k_r} \cdot U_{Sx} + \frac{L_{\sigma S}}{k_r} \cdot (\Omega_k \cdot I_{Sy}) + \frac{z_p}{k_r} \cdot (\Omega \cdot \Psi_{my}) + L_{\sigma R} \cdot (\Omega_k - \Omega \cdot z_p) \cdot I_{Sy}.$$

Обозначим $L_3 = L_{\sigma S} + k_r \cdot L_{\sigma R}$ и $R_{S1} = R_S + k_r \cdot R_{Rk}$.

Умножим обе части полученного уравнения на k_r :

$$L_3 \cdot I_{Sx} \cdot s = \frac{k_r \cdot R_{Rk}}{L_m} \cdot \Psi_{mx} - R_{S1} \cdot I_{Sx} + U_{Sx} + L_{\sigma S} \cdot (\Omega_k \cdot I_{Sy}) + z_p \cdot (\Omega \cdot \Psi_{my}) + k_r \cdot L_{\sigma R} \cdot (\Omega_k - \Omega \cdot z_p) \cdot I_{Sy}.$$

Ток I_{Sx} определится в следующем виде:

$$I_{Sx} = \left[\underbrace{\frac{k_r \cdot R_{Rk}}{L_m} \cdot \Psi_{mx}}_3 - \underbrace{R_{S1} \cdot I_{Sx}}_1 + \underbrace{U_{Sx}}_4 + \underbrace{L_{\sigma S} \cdot (\Omega_k \cdot I_{Sy})}_6 + \underbrace{z_p \cdot (\Omega \cdot \Psi_{my})}_2 + \underbrace{k_r \cdot L_{\sigma R} \cdot (\Omega_k - \Omega \cdot z_p) \cdot I_{Sy}}_5 \right] \cdot \frac{1}{L_3} \cdot \frac{1}{s}.$$

Структурная схема для определения тока I_{Sx} представлена на рис. 1.

Трансформируем структурную схему на рис. 1 в оболочку, позволяющую производить расчет коэффициентов в отдельном блоке Subsystem. Для этого установим блоки перемножения, к которым подведены сигналы с результатами расчетов в Simulink, как показано на рис. 2.

Произведем аналогичную трансформацию при определении вектора тока \overline{I}_s по проекции y . В работе [1] получено следующее уравнение (11):

$$0 = \frac{R_{Rk}}{L_m} \cdot \Psi_{my} - \left(\frac{R_{Rk} \cdot k_r + R_S}{k_r} \right) \cdot I_{Sy} + \frac{1}{k_r} \cdot U_{Sy} - \left(\frac{L_{\sigma S} + L_{\sigma R} \cdot k_r}{k_r} \right) \cdot (I_{Sy} \cdot s) - \frac{L_{\sigma S}}{k_r} \cdot (\Omega_k \cdot I_{Sx}) - \frac{z_p}{k_r} \cdot (\Omega \cdot \Psi_{mx}) - L_{\sigma R} \cdot (\Omega_k - \Omega \cdot z_p) \cdot I_{Sx}.$$

Перенесем $\left(\frac{L_{\sigma S} + L_{\sigma R} \cdot k_r}{k_r} \right) \cdot (I_{Sy} \cdot s)$ в левую часть и умножим обе части на k_r :

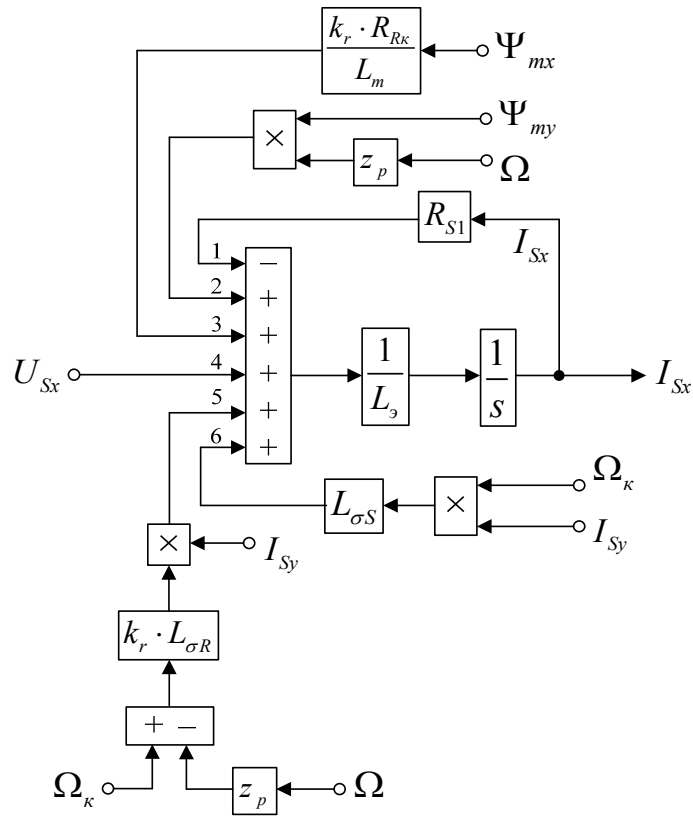


Рис. 1. Структурная схема для определения тока I_{Sx} в Script-Simulink

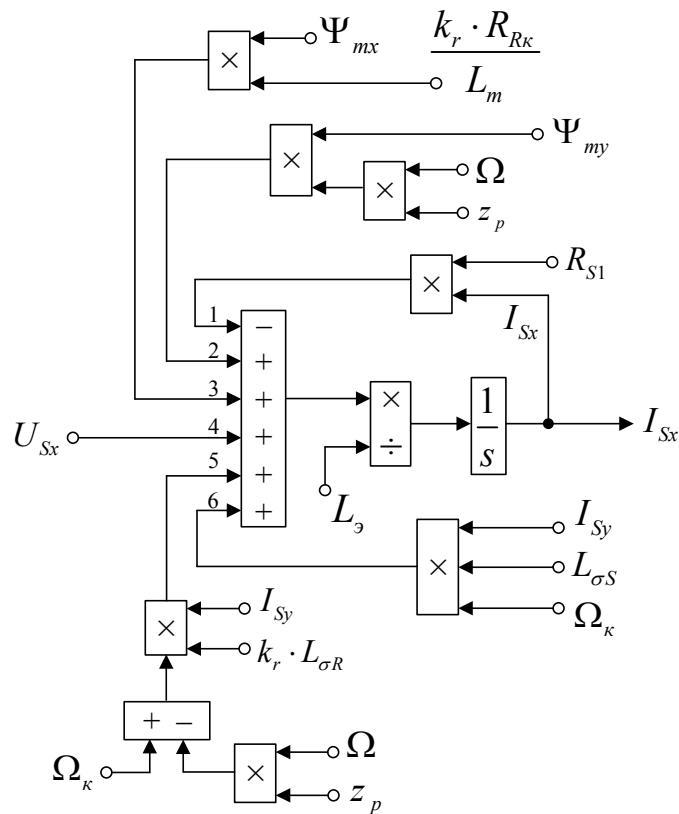


Рис. 2. Структурная схема для определения тока I_{Sx} в Simulink

$$\underbrace{(L_{\sigma S} + L_{\sigma R} \cdot k_r)}_{L_3} \cdot I_{Sy} \cdot s = \frac{k_r \cdot R_{Rk}}{L_m} \cdot \Psi_{my} - \underbrace{(R_{Rk} \cdot k_r + R_S)}_{R_{S1}} \cdot I_{Sy} + U_{Sy} - L_{\sigma S} \cdot (\Omega_k \cdot I_{Sx}) - z_p \cdot (\Omega \cdot \Psi_{mx}) -$$

$$-k_r \cdot L_{\sigma R} \cdot (\Omega_k - \Omega \cdot z_p) \cdot I_{Sx}.$$

Определим ток I_{Sy} :

$$I_{Sy} = \left[\underbrace{\frac{k_r \cdot R_{Rk}}{L_m} \cdot \Psi_{my}}_4 - \underbrace{R_{S1} \cdot I_{Sy}}_6 + \underbrace{U_{Sy}}_3 - \underbrace{L_{\sigma S} \cdot (\Omega_k \cdot I_{Sx})}_1 - \underbrace{z_p \cdot (\Omega \cdot \Psi_{mx})}_5 - \underbrace{k_r \cdot L_{\sigma R} \cdot (\Omega_k - \Omega \cdot z_p) \cdot I_{Sx}}_2 \right] \cdot \frac{1}{L_3} \cdot \frac{1}{s}.$$

Структурная схема для определения тока I_{Sy} приведена на рис. 3.

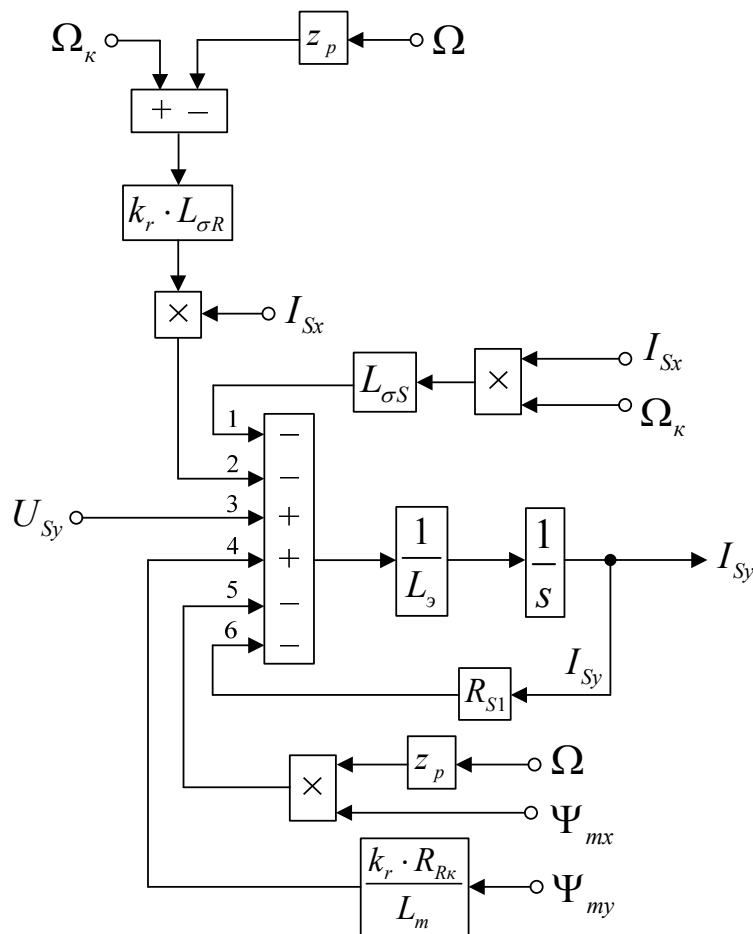


Рис. 3. Структурная схема для определения тока I_{Sy} в Script-Simulink

Расчет коэффициентов будем производить в отдельном блоке Subsystem, поэтому вносим в структурную схему на рис. 3 блоки перемножения (рис. 4).

Определим потокоцепление Ψ_{mx} по оси (+1) из уравнения (13) работы [1]:

$$0 = \frac{R_{Rk}}{L_m} \cdot \Psi_{mx} - R_{Rk} \cdot I_{Sx} + \frac{1}{k_r} \cdot (\Psi_{mx} \cdot s) - \frac{L_{\sigma R}}{L_{\sigma S}} \cdot U_{Sx} + \frac{R_S \cdot L_{\sigma R}}{L_{\sigma S}} \cdot I_{Sx} + \frac{L_{\sigma R}}{L_{\sigma S}} \cdot (\Psi_{mx} \cdot s) -$$

$$- \frac{L_{\sigma R}}{L_{\sigma S}} \cdot (\Omega_k \cdot \Psi_{my}) - L_{\sigma R} \cdot (\Omega_k \cdot I_{Sy}) - \frac{1}{k_r} \cdot (\Omega_k - \Omega \cdot z_p) \cdot \Psi_{my} + L_{\sigma R} \cdot (\Omega_k \cdot I_{Sy}) - L_{\sigma R} \cdot z_p \cdot (\Omega \cdot I_{Sy}).$$

Перенесем в левую часть $\left(\frac{1}{k_r} + \frac{L_{\sigma R}}{L_{\sigma S}} \right) \cdot \Psi_{mx} \cdot s$:

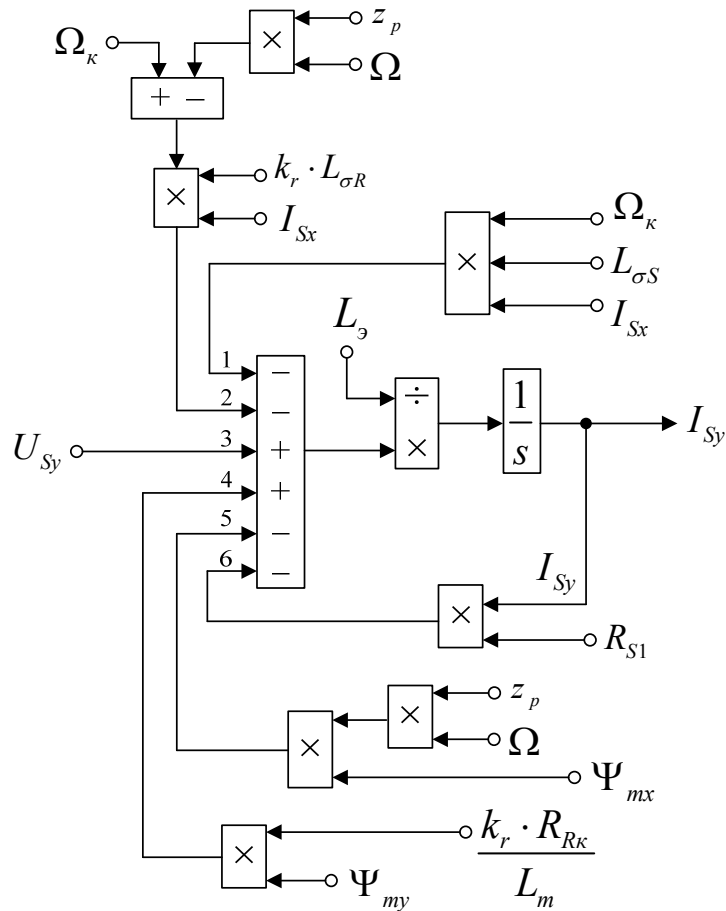


Рис. 4. Структурная схема для определения I_{Sy} в Simulink

$$\left(\frac{1}{k_r} + \frac{L_{\sigma R}}{L_{\sigma S}}\right) \cdot \Psi_{mx} \cdot s = -\frac{R_{Rk}}{L_m} \cdot \Psi_{mx} + \left(R_{Rk} - \frac{R_S \cdot L_{\sigma R}}{L_{\sigma S}}\right) \cdot I_{Sx} + \frac{L_{\sigma R}}{L_{\sigma S}} \cdot U_{Sx} + \frac{L_{\sigma R}}{L_{\sigma S}} \cdot (\Omega_\kappa \cdot \Psi_{my}) + \frac{1}{k_r} \cdot (\Omega_\kappa - \Omega \cdot z_p) \cdot \Psi_{my} + L_{\sigma R} \cdot z_p \cdot (\Omega \cdot I_{Sy}).$$

Обозначим:

$$\frac{1}{k_r} + \frac{L_{\sigma R}}{L_{\sigma S}} = \frac{L_{\sigma S} + k_r \cdot L_{\sigma R}}{k_r \cdot L_{\sigma S}} = \frac{L_\vartheta}{k_r \cdot L_{\sigma S}};$$

$$R_{Rk} - \frac{R_S \cdot L_{\sigma R}}{L_{\sigma S}} = \Delta R.$$

$$\frac{L_\vartheta}{k_r \cdot L_{\sigma S}} \cdot \Psi_{mx} \cdot s = -\frac{R_{Rk}}{L_m} \cdot \Psi_{mx} + \Delta R \cdot I_{Sx} + \frac{L_{\sigma R}}{L_{\sigma S}} \cdot U_{Sx} + \frac{L_{\sigma R}}{L_{\sigma S}} \cdot (\Omega_\kappa \cdot \Psi_{my}) + \frac{1}{k_r} \cdot (\Omega_\kappa - \Omega \cdot z_p) \cdot \Psi_{my} + L_{\sigma R} \cdot z_p \cdot (\Omega \cdot I_{Sy}).$$

Определим потокосцепление Ψ_{mx} :

$$\Psi_{mx} = \left[\underbrace{-\frac{R_{R\kappa}}{L_m} \cdot \Psi_{mx}}_6 + \underbrace{\Delta R \cdot I_{Sx}}_2 + \underbrace{\frac{L_{\sigma R}}{L_{\sigma S}} \cdot U_{Sx}}_4 + \underbrace{\frac{L_{\sigma R}}{L_{\sigma S}} \cdot (\Omega_{\kappa} \cdot \Psi_{my})}_3 + \underbrace{\frac{1}{k_r} \cdot (\Omega_{\kappa} - \Omega \cdot z_p) \cdot \Psi_{my}}_5 + \underbrace{L_{\sigma R} \cdot z_p \cdot (\Omega \cdot I_{Sy})}_1 \right] \cdot \frac{k_r \cdot L_{\sigma S}}{L_{\vartheta}} \cdot \frac{1}{s}$$

Структурная схема для определения потокосцепления Ψ_{mx} приведена на рис. 5. Подготовим эту схему для расчета в Simulink (рис. 6).

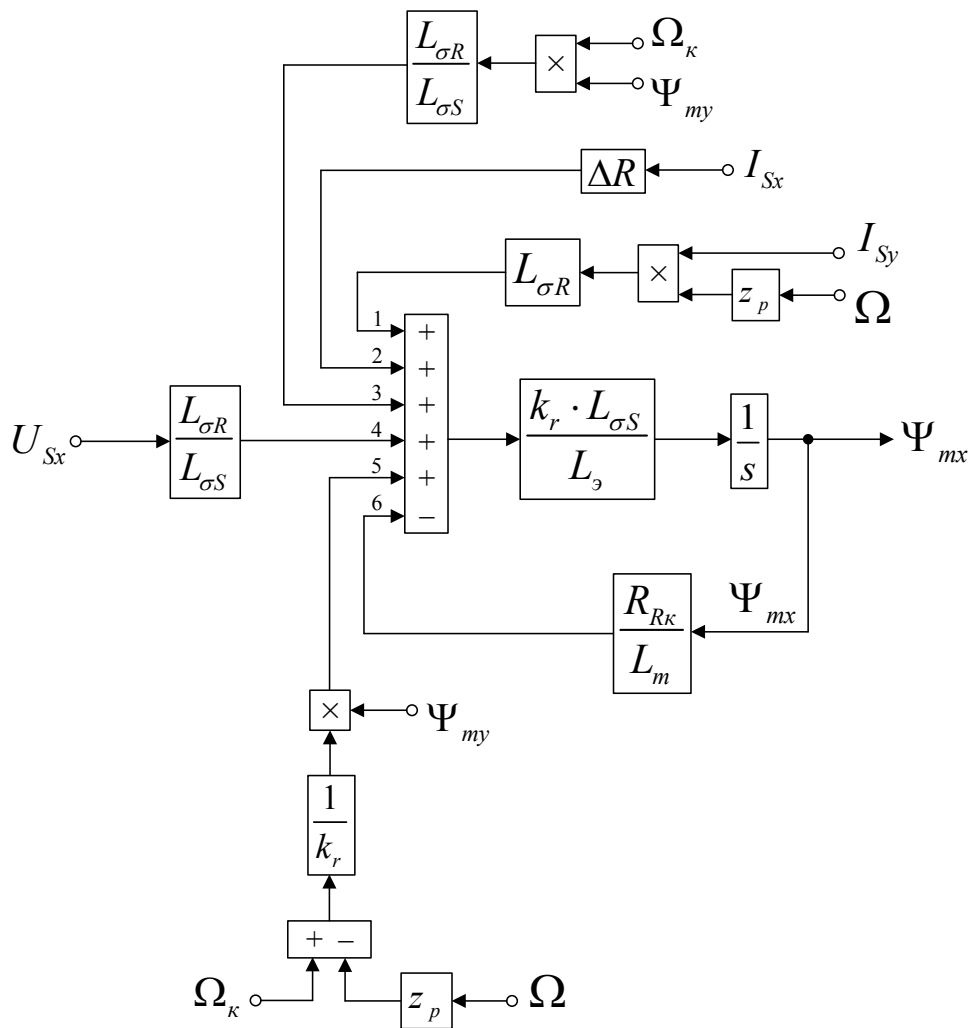


Рис. 5. Структурная схема для определения потокосцепления Ψ_{mx} в Script-Simulink

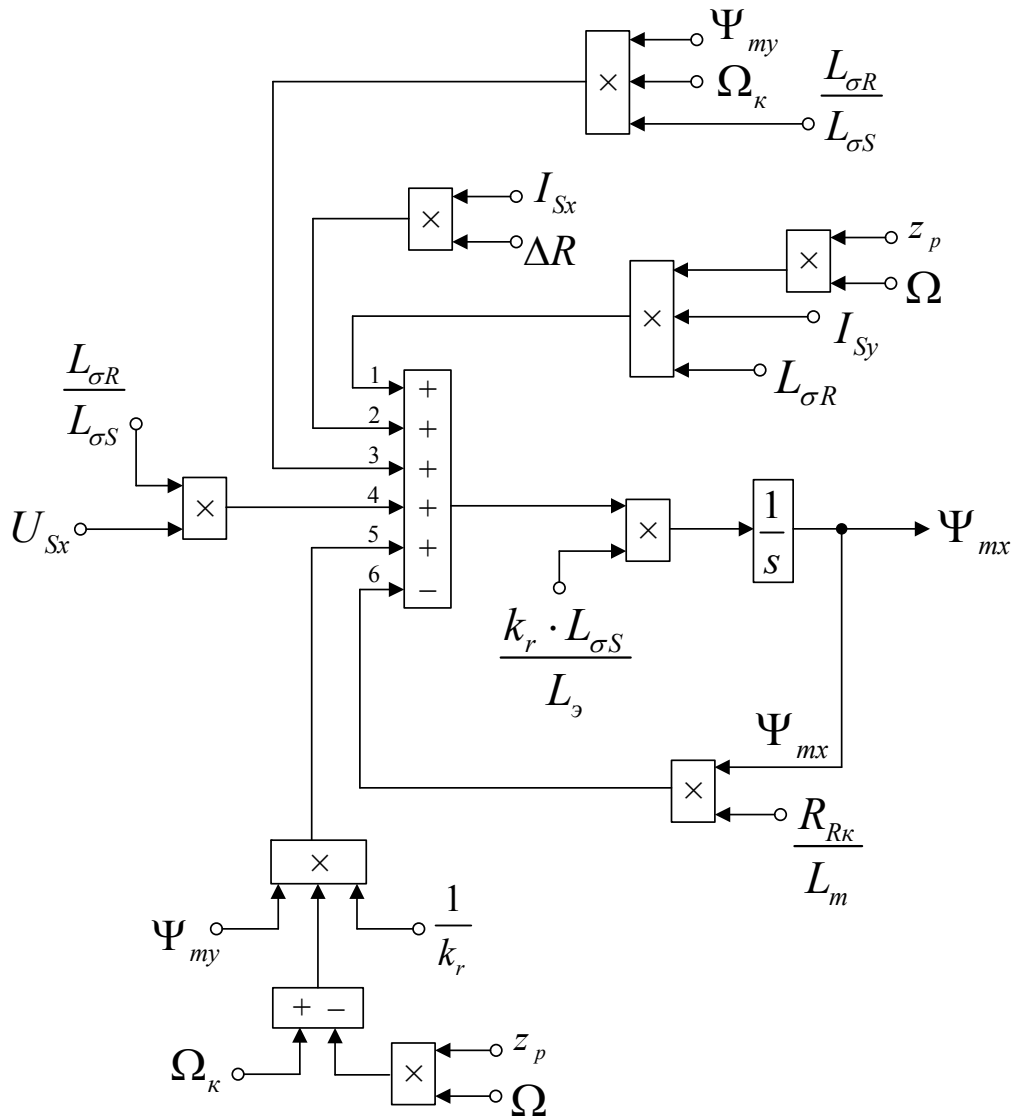


Рис. 6. Структурная схема определения Ψ_{mx} в Simulink

Аналогично определим потокосцепление Ψ_{my} по оси (+j) из уравнения (15) [1]:

$$0 = \frac{R_{Rk}}{L_m} \cdot \Psi_{my} - R_{Rk} \cdot I_{Sy} + \frac{1}{k_r} \cdot (\Psi_{my} \cdot s) - \frac{L_{\sigma R}}{L_{\sigma S}} \cdot U_{Sy} + \frac{R_S \cdot L_{\sigma R}}{L_{\sigma S}} \cdot I_{Sy} + \frac{L_{\sigma R}}{L_{\sigma S}} \cdot (\Psi_{my} \cdot s) + \frac{L_{\sigma R}}{L_{\sigma S}} \cdot (\Omega_k \cdot \Psi_{mx}) + L_{\sigma R} \cdot (\Omega_k \cdot I_{Sx}) + \frac{1}{k_r} \cdot (\Omega_k - \Omega \cdot z_p) \cdot \Psi_{mx} - L_{\sigma R} \cdot (\Omega_k \cdot I_{Sx}) + L_{\sigma R} \cdot z_p \cdot (\Omega \cdot I_{Sx}).$$

Перенесем в левую часть $\left(\frac{1}{k_r} + \frac{L_{\sigma R}}{L_{\sigma S}}\right) \cdot \Psi_{my} \cdot s$:

$$\underbrace{\left(\frac{1}{k_r} + \frac{L_{\sigma R}}{L_{\sigma S}}\right)}_{L_3 / (k_r \cdot L_{\sigma S})} \cdot \Psi_{my} \cdot s = -\frac{R_{Rk}}{L_m} \cdot \Psi_{my} + \underbrace{\left(R_{Rk} - \frac{R_S \cdot L_{\sigma R}}{L_{\sigma S}}\right)}_{\Delta R} \cdot I_{Sy} + \frac{L_{\sigma R}}{L_{\sigma S}} \cdot U_{Sy} - \frac{L_{\sigma R}}{L_{\sigma S}} \cdot (\Omega_k \cdot \Psi_{mx}) - \frac{1}{k_r} \cdot (\Omega_k - \Omega \cdot z_p) \cdot \Psi_{mx} - L_{\sigma R} \cdot z_p \cdot (\Omega \cdot I_{Sx}).$$

Тогда потокосцепление Ψ_{my} определится следующим образом:

$$\Psi_{my} = \left[\underbrace{-\frac{R_{R\kappa} \cdot \Psi_{my}}{L_m}}_1 + \underbrace{\Delta R \cdot I_{Sy}}_5 + \underbrace{\frac{L_{\sigma R} \cdot U_{Sy}}{L_{\sigma S}}}_3 - \underbrace{\frac{L_{\sigma R}}{L_{\sigma S}} \cdot (\Omega_{\kappa} \cdot \Psi_{mx})}_4 - \underbrace{\frac{1}{k_r} \cdot (\Omega_{\kappa} - \Omega \cdot z_p) \cdot \Psi_{mx}}_2 - \underbrace{L_{\sigma R} \cdot z_p \cdot (\Omega \cdot I_{Sx})}_6 \right] \cdot \frac{k_r \cdot L_{\sigma S}}{L_3} \cdot \frac{1}{s}$$

Структурная схема для определения потокосцепления Ψ_{my} приведена на рис. 7.

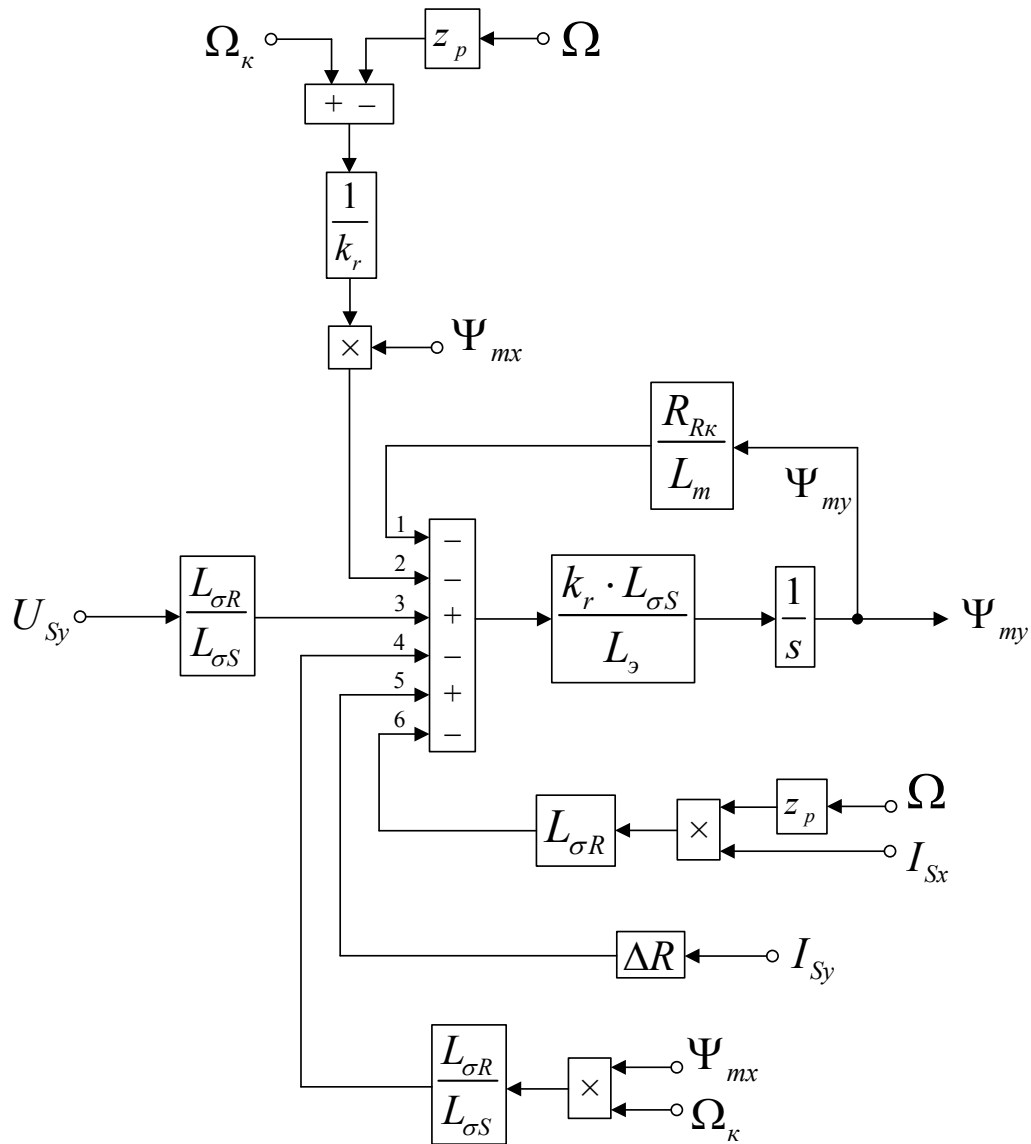


Рис. 7. Структурная схема для определения потокосцепления Ψ_{my} в Script-Simulink

Схема для расчета Ψ_{my} в Simulink представлена на рис. 8.

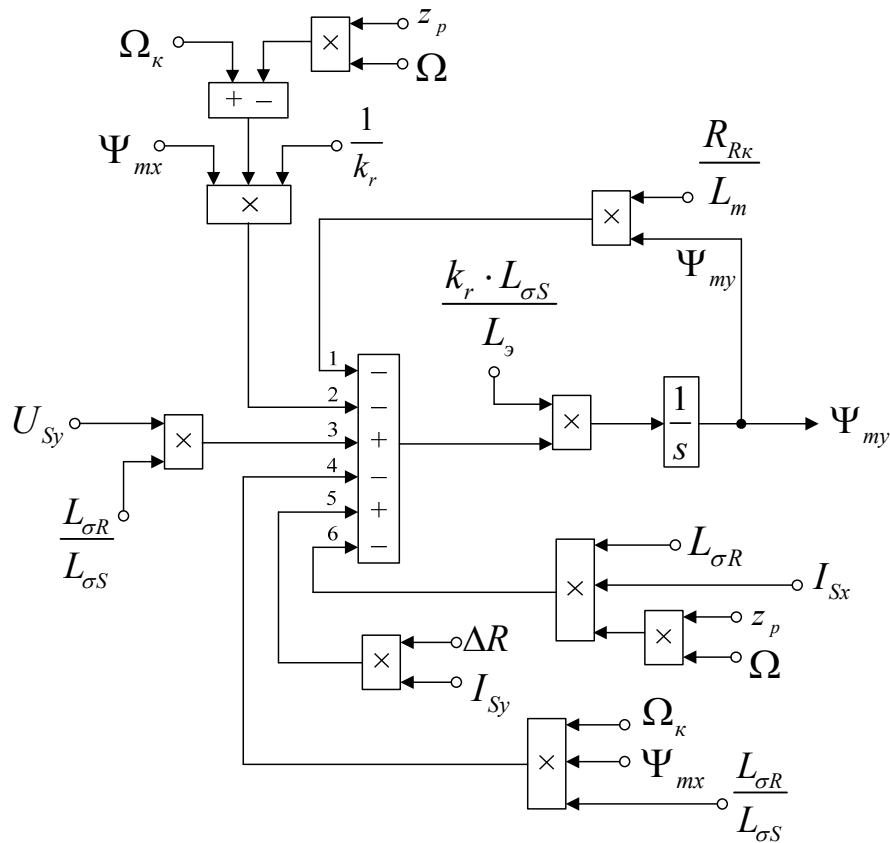


Рис. 8. Структурная схема для определения Ψ_{my} в Simulink

На рис. 9 представлена структурная схема для реализации уравнения электромагнитного момента в Simulink:

$$M = \frac{3}{2} \cdot z_p \cdot (\Psi_{mx} \cdot I_{Sy} - \Psi_{my} \cdot I_{Sx}).$$

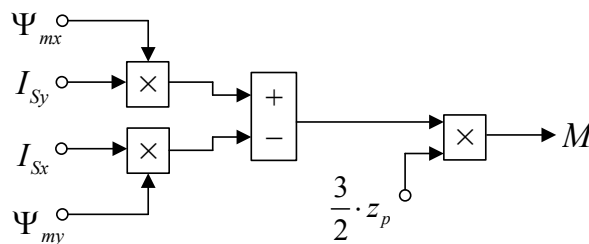


Рис. 9. Математическая модель определения электромагнитного момента M в Simulink

Структурная схема скорости вращения вала двигателя приведена на рис. 10:

$$\Omega = (M - M_c) \cdot \frac{1}{J \cdot s}.$$

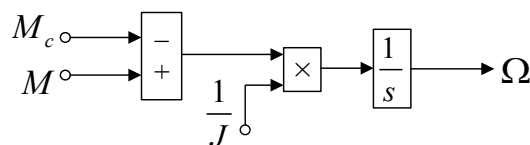


Рис. 10. Математическая модель уравнения движения в Simulink

Математическая модель асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором с переменными $\Psi_m - I_s$ на выходе интегрирующих звеньев в системе абсолютных единиц в Simulink дана на рис. 11, ..., 15.

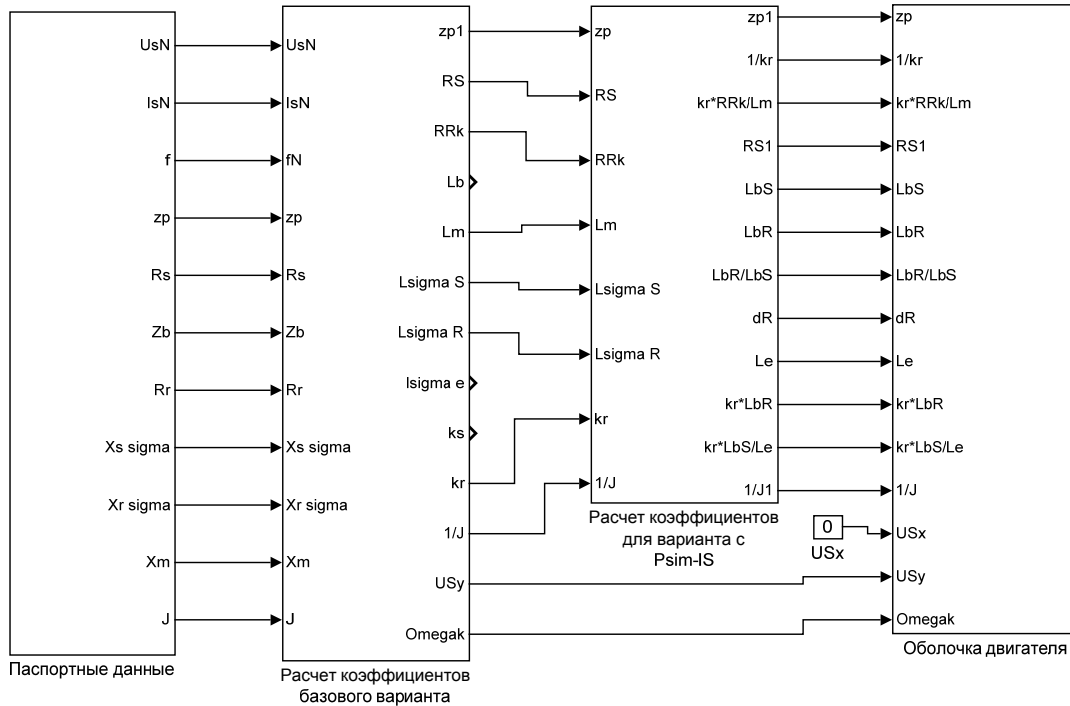


Рис. 11. Общая схема математической модели асинхронного двигателя с переменными $\Psi_m - I_s$ на выходе интегрирующих звеньев в системе абсолютных единиц в Simulink

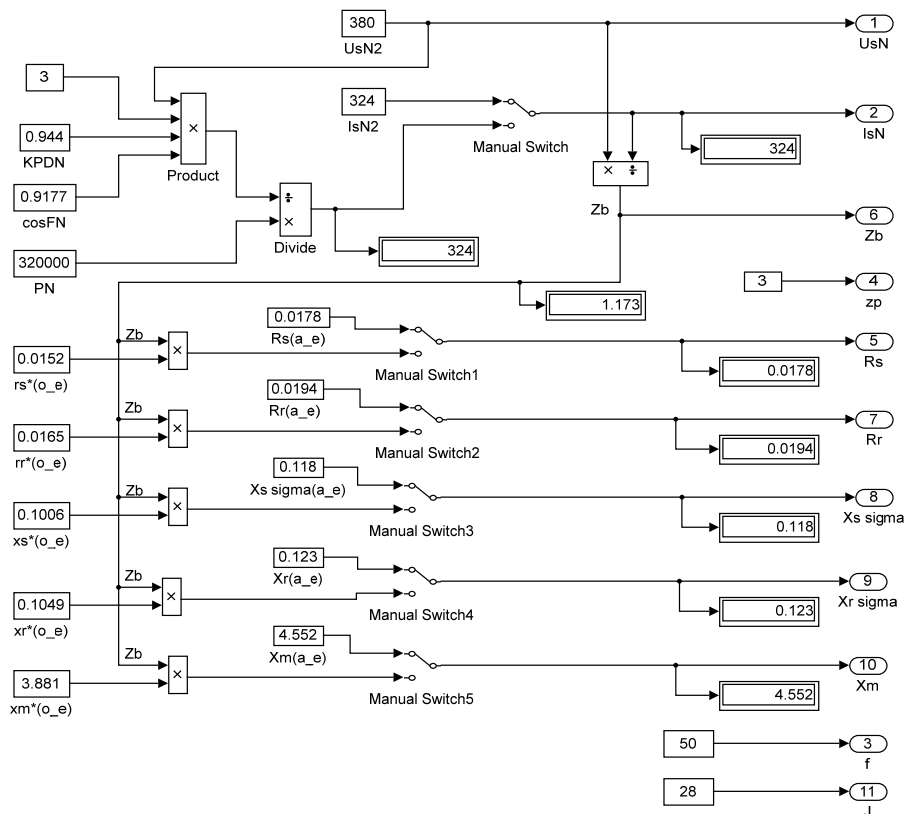


Рис. 12. Паспортные данные

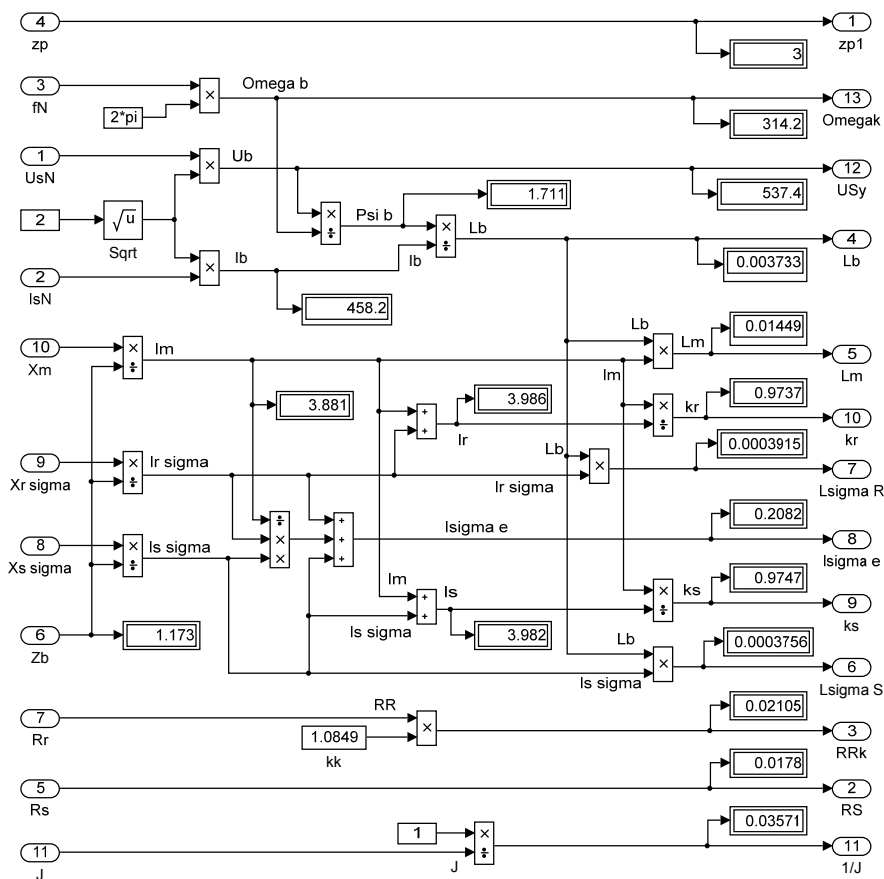


Рис. 13. Расчет коэффициентов базового варианта

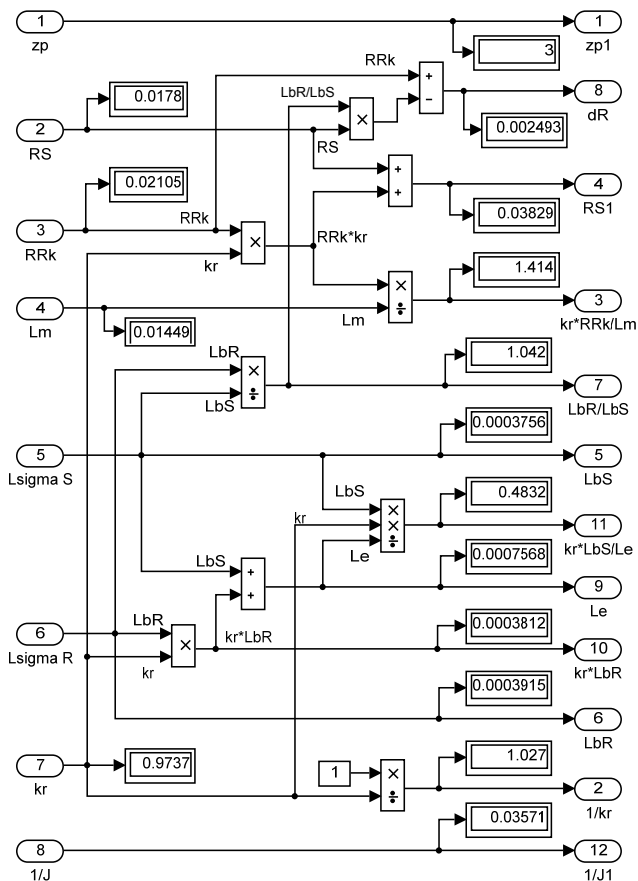


Рис. 14. Расчет коэффициентов для варианта с переменными $\Psi_m - I_s$

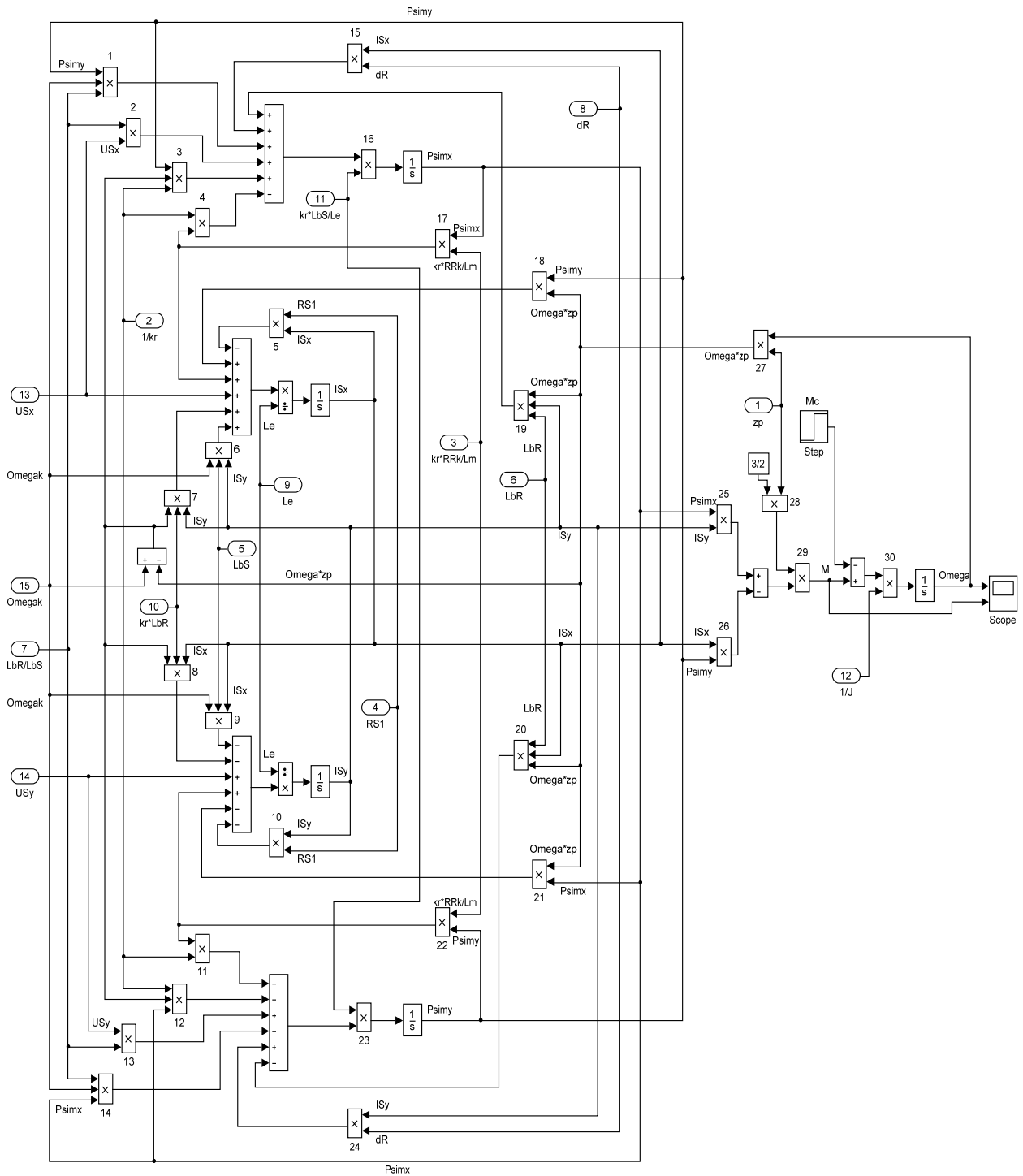


Рис. 15. Оболочка модели асинхронного двигателя с переменными $\Psi_m - I_s$ на выходе интегрирующих звеньев в системе абсолютных единиц в Simulink

Эту же схему можно представить в более компактной форме с использованием блоков Goto и From (рис. 16) и отдельных субблоков с расчетами токов и потокосцеплений, приведенных на рис. 17 и 18. Результаты моделирования асинхронного двигателя представлены на рис. 19.

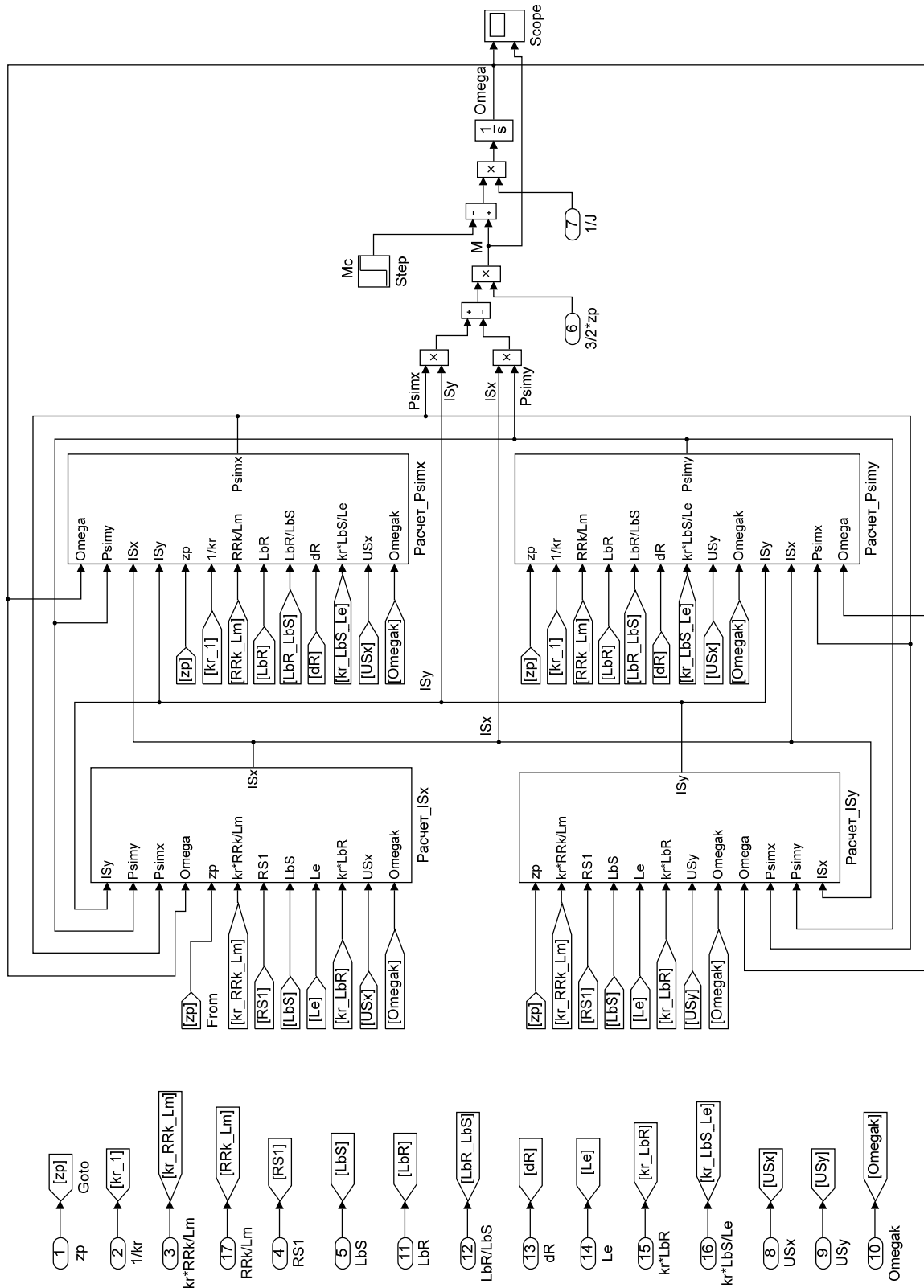


Рис. 16. Оболочка модели асинхронного двигателя с применением блоков Goto и From

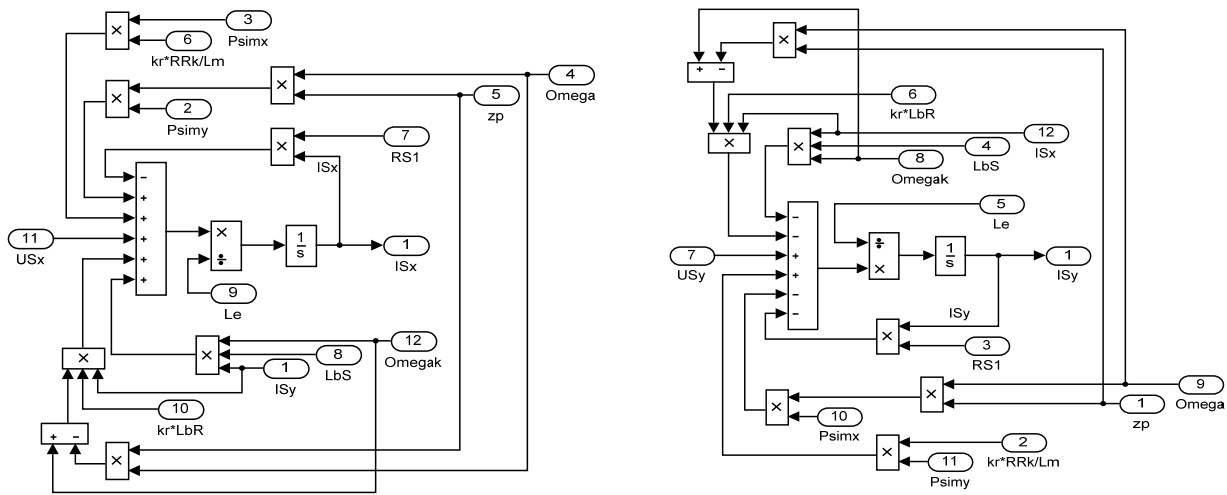


Рис. 17. Схемы для расчета I_{Sx} и I_{Sy}

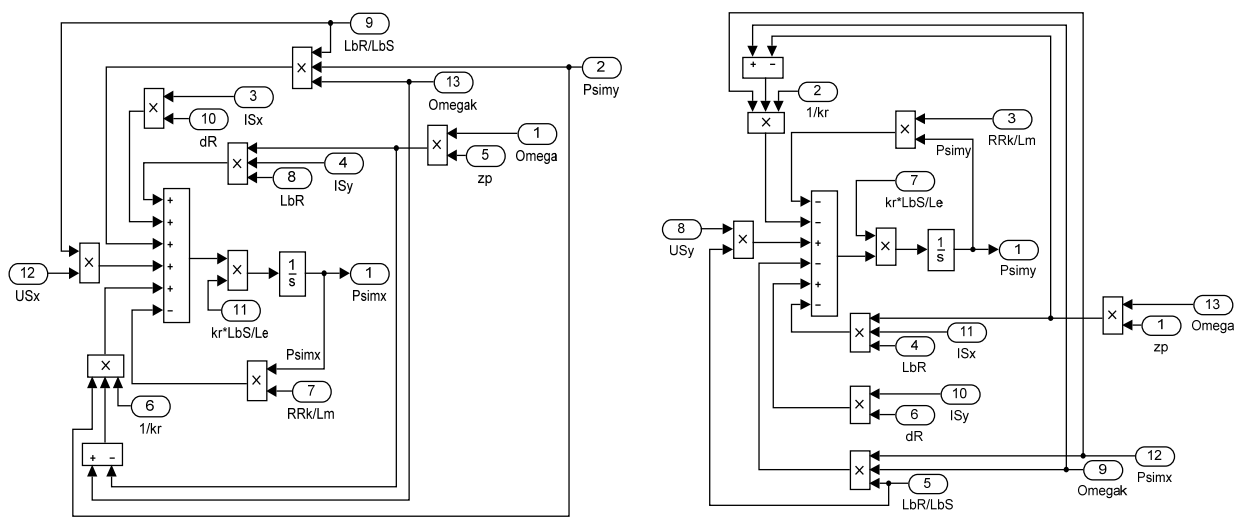


Рис. 18. Схемы для расчета Ψ_{mx} и Ψ_{my}

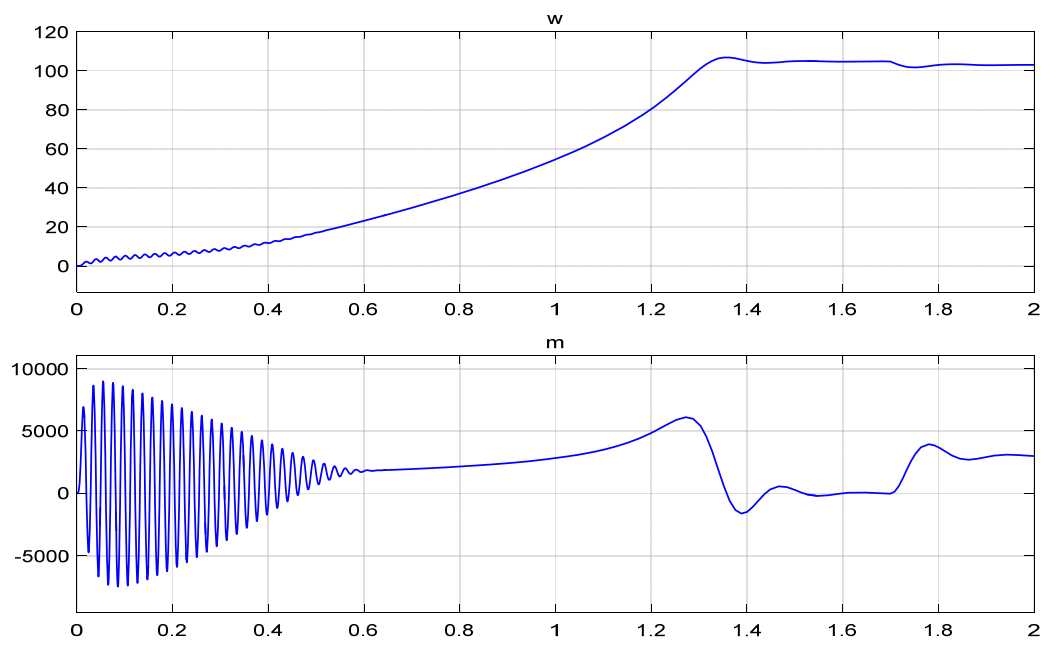


Рис. 19. Графики скорости и момента

Литература:

1. Емельянов, А.А., Бесклеткин В.В., Пестеров Д.И., Одинцов В.О., Антоненко И.А., Коновалов И.Д., Бабкин В.А. Моделирование асинхронного двигателя с переменными m — IS на выходе апериодических звеньев в системе абсолютных единиц в Simulink-Script // Молодой ученый. — 2017. — №45. — с. 8–19.
2. Шрейнер, Р.Т. Математическое моделирование электроприводов переменного тока с полупроводниковыми преобразователями частоты. — Екатеринбург: УРО РАН, 2000. — 654 с.
3. Шрейнер, Р.Т. Электромеханические и тепловые режимы асинхронных двигателей в системах частотного управления: учеб. пособие / Р.Т. Шрейнер, А.В. Костылев, В.К. Кривовяз, С.И. Шилин. Под ред. проф. д. т. н. Р.Т. Шрейнера. — Екатеринбург: ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т», 2008. — 361 с.

ИНФОРМАТИКА

Разработка автоматизированного рабочего места преподавателя информатики

Коптенко Елизавета Викторовна, ассистент;

Кузин Александр Владимирович, студент;

Шумилин Тимур Борисович, студент;

Соколов Максим Дмитриевич, студент

Брянский государственный технический университет

Осуществляя учебный процесс, преподаватель информатики подготавливает большое количество однотипных заданий для расчетно-графических, самостоятельных и домашних работ. Каждый год задания должны меняться, чтобы студенты не могли воспользоваться результатами, полученными студентами в предыдущие года. Для удобства проверки преподавателю желательно иметь готовые ответы, а также опорные точки решения, чтобы быстро установить ошибку. Так как помимо использования прошлогодних задач также нередко встречаются случаи списывания работ у студентов других групп, преподавателю необходимо подготовить уникальные задания для каждой группы. Таким образом, речь может идти о нескольких десятках вариантов, то есть сотнях задач. Вручную составление такого количества задач, даже по однообразным вариантам, может занять не один день. Например, типовая расчетно-графическая работа содержит до 15 задач на разные темы, а в учебной группе обучается до 18–20 человек, соответственно необходимо составить и проверить около 300 задач.

Для решения составленных заданий преподаватель может пользоваться бесплатными онлайн-сервисами и программами, но это неудобно и отнимает много времени. Кроме того, онлайн сервисы имеют существенные недостатки. Главный из них — отсутствие настоящей генерации вариантов. Как правило, сервис располагает определенной базой задач, то есть, вариативность задач ограничивается готовым набором заданий. Таким образом, нередко данные сервисы никак не помогают преподавателю в создании задач, которые не встречались ранее.

Большинство онлайн сервисов предлагают генерацию варианта, содержащего несколько задач на разные темы, но вариант не генерируется с нуля, а комбинируется из базы задач, собранных из сборников задач для подготовки к ЕГЭ. Также предоставляются сборники задач, зачастую — платные.

На основе сформированных требований была разработана программа, предоставляющая пользователю следующие возможности:

1. Выбор тематики задач. Всего предложено 15 разных тем, из которых можно сформировать типовой вариант — от одной задачи до пятнадцати соответственно.

2. Возможность выбора подтипа задачи, текста условия задачи. Для каждого типа задач существует несколько подтипов — задачи на схожую тематику и со схожими базовыми алгоритмами решения, но отличающиеся либо сложностью решения, либо искомыми и заданными величинами. Также для разных подтипов используются разные текстовые шаблоны условия задачи.

3. Возможность указания количества вариантов. Для сформированного типового варианта можно сгенерировать определенное количество вариантов с разными значениями параметров, но похожими схемами решения.

4. Возможность генерации задачи, используя случайные значения. Преподаватель может не указывать диапазоны значения для формирования задачи. В этом случае параметры будут подобраны случайным образом, с учетом связи между ними.

5. Возможность указания диапазона значений для той или иной задачи. Так как преподавателю могут быть нужны разные варианты задач, то логично указывать не значения, а их диапазоны, а программа генерирует задачи с разными значениями, укладывающимися в данные диапазоны.

6. Возможность сохранения текстов задач, ответов к задачам и опорных точек решения задач. Для дальнейшего использования удобнее сохранять условия задач в документ Microsoft Word, также необходимо сохранить ответы к задачам для проверки, а также опорные точки решения — вычисление промежуточных величин, сверяя которые преподавателю будет проще определить, на каком этапе студент совершил ошибку в решении задачи, если ответы не сходятся.

7. Возможность сохранения и загрузки маски варианта. Так как программа может часто использоваться для генерации однотипных задач, удобно хранить шаблон типового варианта, который хранит в себе типы задач, которые необходимо сформировать, с указанием подтипов, текстов условий и диапазонов значений (или случайный выбор параметров).

Типы заданий соответствуют заданиям, применяемым преподавателями Брянского государственного технического университета в учебном процессе согласно учебным планам и образовательным стандартам Министерства Образования Российской Федерации. За базу для разработки алгоритмов решений задач были взяты методические указания по выполнению расчетно-графической работы по дисциплине «Информатика», составленные для студентов первого курса.

Для генерации варианта в программе преподавателю необходимо выполнить следующие действия:

1. Отметить типы задач, которые необходимы для типового варианта. По умолчанию все задачи отмечены как необходимые при формировании типового варианта.
2. Выбрать подтип, условие, задать необходимые диапазоны (или оставить отметку «использовать случайные значения»).
3. Указать количество вариантов и нажать кнопку «Сгенерировать вариант».
4. Сохранить варианты, используя команды главного меню.
5. При необходимости, сохранить маску варианта.

На рисунке 1 представлено диалоговое окно программы.

Пример документа, полученного в результате генерации заданий, представлен на рисунке 2.

Важной особенностью программы является возможность работы с шаблонами вариантов заданий. В шаблоне можно сохранять выбранные типы заданий и их количество, ограничения и подтипы. Использование шаблонов позволяет генерировать различные наборы вариантов ежегодно, без необходимости повторного заполнения информации о структуре самостоятельной работы. Работа с шаблоном продемонстрирована на рисунке 3.

Данная программа имеет несколько векторов развития.

1. Расширение тематики задач. Так как алгоритмы решения разных типов задач реализованы модульно, одной из перспектив развития является расширение тематики путем добавления новых модулей, например, задач, связанных с построением графиков, задач по другим дисциплинам (дискретная математика, математическая логика, и т. д.).

2. Автоматизированная проверка. Так как программа реализует не только построение задачи и ответа, но и опорных точек для решения, при дальнейшем развитии программы можно реализовать проверку решения, составленного студентом, в соответствии с решением, смоделированным программой.

3. Повышение гибкости составления задач. Алгоритмы составления задач, реализованных в данной программе, имеют статичную структуру, как текстов задач, так и методов решения. Одним из векторов развития программы является разработка алгоритма, позволяющего преподавателю моделировать собственные задачи. При этом это не ограничивается написанием шаблонов текста задачи с подстановкой параметров через специальные символы. Есть возможность внедрить в программу калькулятор формул, который может преобразовывать вве-

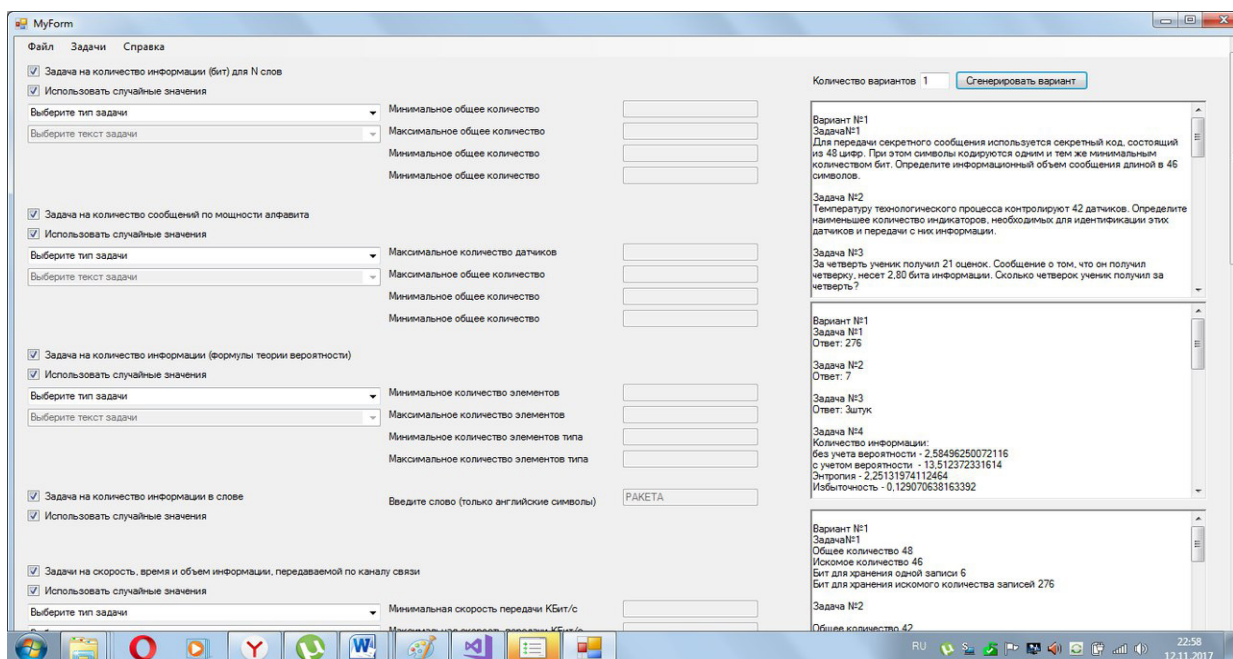


Рис. 1. Рабочая область программы

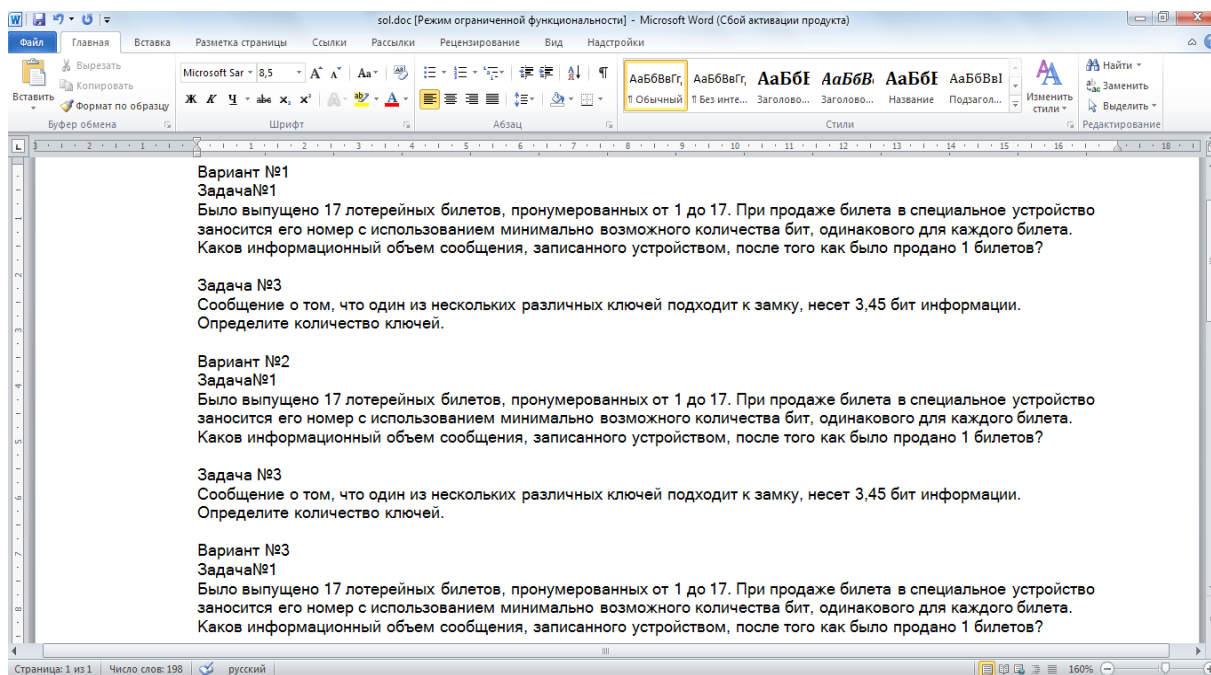


Рис. 2. Пример документа с сохраненными условиями задач

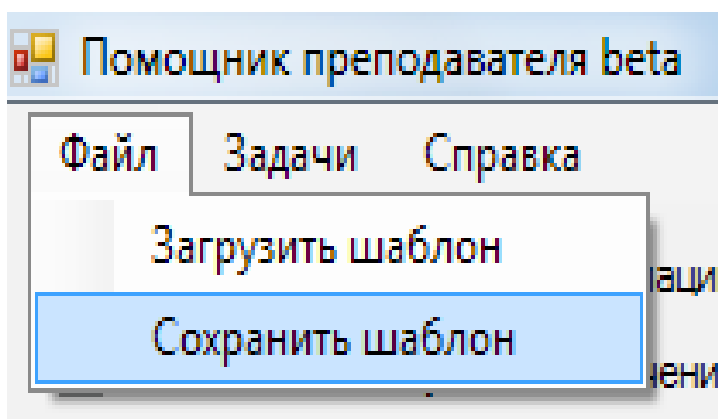


Рис. 3. Сохранение шаблона вариантов

денную строку-выражение. Таким образом, преподаватель может не только составить условие задачи, а в качестве сопутствующего материала указать необходимые фор-

мулы, по которым программа сможет вычислить искомые промежуточные и конечный результаты на основе генерируемых исходных данных.

Литература:

1. Агеева, Е.С., Макарова Е.В. Сетевая система дистанционного обучения «Пегас» // Молодой ученый. — 2016. — № 21. — с. 847–849.
2. Зорин, Ю.А. Интерпретатор языка построения генераторов тестовых заданий на основе деревьев И/ИЛИ // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники, 2013, № 1. с. 75–79.
3. Кручинин, В.В. Генераторы в компьютерных учебных программах. — Томск: Изд-во Том. Ун-та, 2003. — 200 с.
4. Кручинин, В.В. Генераторы в компьютерных учебных программах. — Томск: Изд-во Том. ун-та, 2003. — 200 с.

Разработка способа представления длинных чисел в памяти компьютера

Коптенко Елизавета Викторовна, ассистент;
Кузин Александр Владимирович, студент;
Шумилин Тимур Борисович, студент;
Соколов Максим Дмитриевич, студент
Брянский государственный технический университет

Под длинной арифметикой понимаются выполняемые с помощью вычислительной машины арифметические операции над числами, разрядность которых превышает длину машинного слова данной вычислительной машины. Эти операции реализуются не аппаратно, а программно, с использованием базовых аппаратных средств работы с числами меньших порядков. Частный случай — арифметика произвольной точности — относится к арифметике, в которой длина чисел ограничена только объемом доступной памяти.

Длинная арифметика применяется в различных областях компьютерных технологий. Например, в криптографии большинство систем подписывания и шифрования данных используют целочисленную арифметику по модулю m , где m — очень большое натуральное число, не обязательно простое. Например, при реализации метода шифрования RSA, криптосистемы Рабина или схемы Эль-Гамала требуется обеспечить точность результатов умножения и возведения в степень порядка 10^{309} . В математическое и финансовое ПО результат вычисления на бумаге должен совпадать с результатом работы компьютера с точностью до последнего разряда.

Наиболее мощные калькуляторы, реализующие длинную арифметику, имеют ряд недостатков:

1. Стоимость: например, калькулятор «eCalc» стоит от 45 евро. Калькуляторы, обладающие широким функционалом и близкой к неограниченной точности вычислений, являются коммерческими продуктами;

2. Ограниченный функционал: как правило, бесплатные онлайн калькуляторы имеют ряд существенных ограничений, связанных либо с точностью вычислений, либо с максимальным возможным значением. Например, один из популярных онлайн калькуляторов «web calc», имеющий большой набор действий над числами, строить графики и вычислять значения простых функций, не находит факториалы чисел больше 200. Также данный калькулятор не дает возможности задать точность числа (устанавливается автоматически). Соответственно, если нам нужна более высокая точность, вычисления будут нести погрешность.

3. Большинство бесплатных калькуляторов работают лишь с целыми числами или с ограниченной точностью.

4. Закрытое ПО: большинство программ, реализующих вычисления неограниченно больших чисел с любой точностью разрабатываются для шифрования и кодирования и не находятся в открытом доступе.

Разработанный программный продукт устраняет большинство недостатков доступных аналогов:

— Работа с числами практически неограниченной длины. В отличие от большинства аналогов, программа способна манипулировать десятичными числами до 10^{10^9} ;

— Реализация всех базовых арифметических действий над числами, в том числе и деления с остатком необходимой точности;

— Возможность работы с дробными числами.

— Данный продукт способен преобразовать выражение произвольной длины, имеющее до 27 переменных (переменные в выражении могут повторяться). Операции, которые могут быть использованы в выражении:

— Повышение приоритета выполнения операций. Таким образом, арифметические действия могут производиться не только между переменными, но и между выражениями;

— сложение/вычитание чисел или выражений;

— Умножение двух чисел с заданной конечной точностью;

— Деление двух чисел. Может быть произведено с заданной точностью, а так же выделение целой части или остатка от деления;

— Возведение в степень, причем показатель степени также может быть длинным числом;

— Факториал числа или выражения;

Операции возведения в степень и факториала имеют свои ограничения, так как в данной версии продукта результат не может превышать 10^{10^9} . Например, наибольшее число, факториал которого может быть найден — 6000. Среди бесплатных аналогов вычисление факториала такой величины обнаружено не было.

Также программа сохраняет результат в текстовый документ для дальнейшего использования и, наоборот, позволяет считать выражение и значение переменных из файла;

Хранение числа в памяти

Из различных способов представления длинных чисел в памяти компьютера для разработки программного продукта был выбран и доработан принцип поразрядного хранения, так как такие методы, как метод факторизации или разложения на простые модули ограничивают функционал программы (нет возможности работать с дробными числами, производить деление чисел).

Так как метод поразрядного хранения может привести к повышенному расходу памяти, а также к ограничению длины числа, было принято решение хранить десятичное число в системе счисления с основанием 10000 (Рис. 1):

$$122223333.44445 = 1 * 10000^2 + 2222 * 10000^1 + 3333 * 10000^0 + 4444 * 10000^{-1} + 5000 * 10000^{-2}$$

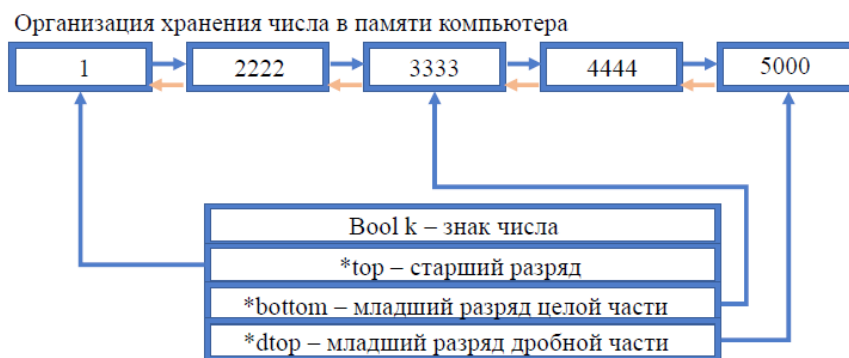


Рис. 1. Принципиальная схема хранения длинного числа

Хранение числа реализовано в двусвязном списке, к ссылкам на начало и конец числа была добавлена ссылка на младший разряд целой части. Благодаря этому есть возможность задать любую точность для хранимого числа. Число 10000 было выбрано за размер одной ячейки во избежание перегрузки элемента списка при выполнении промежуточных расчетов. Во время вычисления выражения максимальное промежуточное значение должно помещаться в переменную типа int. Максимальное промежуточное значение для числа 9999 будет 9999*9999, что помещается в переменную типа int.

Сложение и вычитание

Данные операции следует рассматривать в связке, так как суть их одинакова, а сами операции сложения и вычитания сводится к сложению или вычитанию модулей.

Стоит отметить, что для ускорения вычислений при вычитании строка выражения преобразуется следующим образом: если производится вычитание, то все последующие знаки сложения и вычитания (равного приоритета) инвертируются. Например, при вводе выражения $a - b * (c + a) - a + d$ программа при выполнении первого вычитания фактически изменит выражение и приведет его к виду $a - (b * (c + a) - a + d)$.

И сложение, и вычитание, выполняется после приведения в соответствие дробной части обоих чисел путем добавления нулевых разрядов в дробную часть числа, у которого она короче. После этого выполняется поразрядное сложение с проверкой переполнения разрядов (Рис. 2).

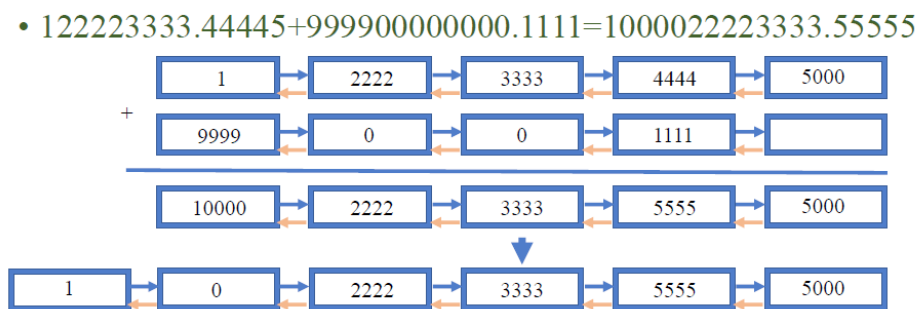


Рис. 2. Реализация операции сложения

Умножение

Умножение чисел путем последовательного сложения, с учетом длины чисел, может занять значительное количество времени. В связи с этим был реализован алгоритм поразрядного умножения, который заключается в следующем:

Умножить первый множитель на младший разряд второго с проверкой переполнения ячеек;

Повторить операция со следующим по старшинству разрядом, добавляя полученное число к результату также со сдвигом в один разряд.

Отделить дробную часть путем перемещения нужной ссылки (Рис. 3).

Деление

Деление чисел путем последовательного вычитания также может занять продолжительное время (например, деление очень большого числа на очень малое). Для увеличения скорости расчетов был реализован алгоритм поразрядного деления. Алгоритм сводится к выполнению следующих действий:

1. Ссылки на младший разряд целой части сдвигаются к младшему разряду до тех пор, пока у одного из чисел

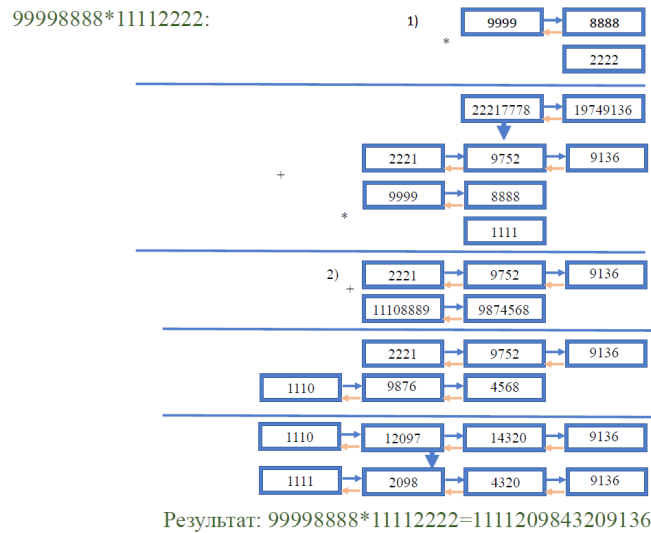


Рис. 3. Реализация операции умножения

данные ссылки не совпадут (фактически, того же эффекта можно достигнуть, умножая оба числа на 10000, пока одно из них не станет целым, так как $0,16/0,04=16/4$);

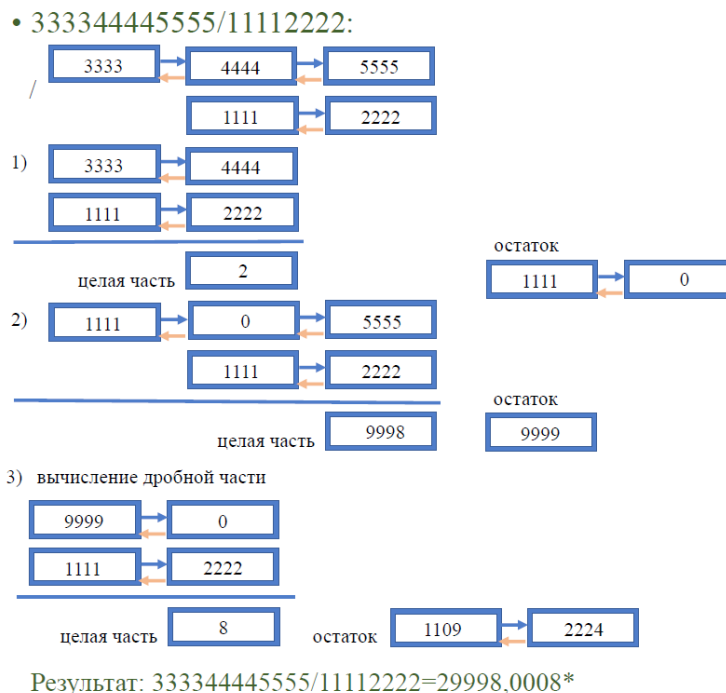
2. Из делимого выделяется количество разрядов, равное количеству разрядов делителя (если изначально у делимого меньше разрядов, чем у делителя, целая часть будет равна нулю);

3. Выполняется деление получившихся чисел;

4. К делимому прибавляем старший из не использованных ранее разрядов и повторяем п. 3;

5. Когда число-делитель становится больше делимого, начинаем вычислять остаток: к делимому добавляем один пустой разряд (эквивалентно умножению на 10000) и производим деление;

6. Повторяем п. 5 до тех пор, пока не будет достигнута заданная точность или остаток не будет равен 0 (Рис. 4)



• - количество знаков после запятой задается пользователем (или выражение вычисляется, пока остаток не равен нулю)

Рис. 4. Реализация операции деления

Возведение в степень

Возведение в степень путем последовательного умножения числа на само себя может привести к большому времени выполнения операции (особенно, если в показателе степени также длинное число). Чтобы этого избежать, был реализован алгоритм разложения показателя степени на множители:

Если показатель степени четный, разделить показатель степени на два, выражение представить в виде $a^{2n} = a^n * a^n$;

Если показатель степени нечетный, то представить выражение в виде $a^{2n+1} = a^{2n} * a$, для a^{2n} повторить шаг 1;

В результате выполнения такого алгоритма получится развернутая запись числа, которая громоздкая на вид, но дает колоссальный эффект при вычислении выражений типа a^n ; Например, число a^{10} можно представить как $(a^2)^2 * a^2$. Программа выполнит фактически 4 операции умножения вместо десяти. В целом сложность такого алгоритма оценивается как $O = \log_2 n$, где n — показатель степени, что гораздо эффективнее последовательного умножения (сложность алгоритма $O = n$);

Факториал

Факториал числа вычисляется путем рекурсивного умножения: $n! = n * (n-1)!$ и т. д. Найти более быстрые алгоритмы для длинных чисел пока не удалось.

Пример применения алгоритма

Результатом проделанной работы стала программа, которая позволяет рассчитать выражение, содержащие до

27 переменных (которые могут повторяться внутри выражения) с расчетом результата, количество разрядов которого в десятичной системе может достигать 10^{10^9} . Точность вычисления (количество знаков после запятой) задается пользователем. Над числами могут производиться все базовые арифметические операции (сложение, вычитание, умножение, деление, возведение в степень, факториал). Все функции для записи числа и выполнения расчетов вынесены в библиотеку, которую можно встроить в сторонний проект.

Пользователь может вводить выражение и переменные с клавиатуры. Также реализована возможность ввода выражения и переменных из файла, запись результата вычисления в переменную для последующего использования в новых выражениях, изменение выражения и значений переменных, сохранение выражений и переменных в файл.

Как уже было написано выше, сложно найти значение факториалов для чисел больших, чем 200. Данная программа позволяет рассчитывать факториал чисел до 6000 (Рис. 5).

Так как калькуляторов, рассчитывающих такие числа, найдено не было, в Интернете была найдена текстовая запись числа и результат был сверен посимвольно, так как вышло число, количество разрядов которого превышает 20000 символов.

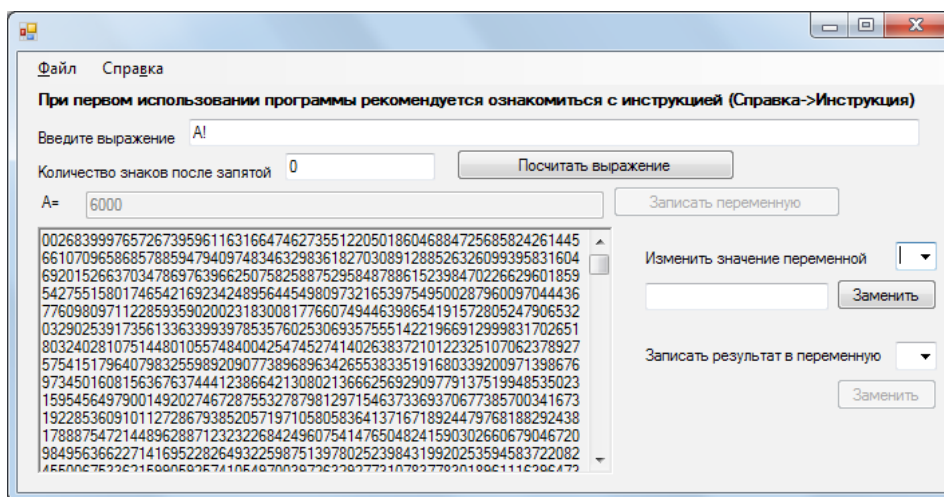


Рис. 5. Реализация возведения в факториал большого числа

Данная библиотека функций может послужить фундаментом для разработки более мощного калькулятора с более широкой областью применения. Целью разработки данной программы является возможность производить вычисления с абсолютно любой точностью, ограниченной лишь памятью компьютера, так как на данный момент предельная длина числа ограничена программно (10^{10^9} разрядов). Преодоление данного ограничения поможет перейти к арифметике произвольной точности.

Главной перспективой развития данного проекта является разработка калькулятора элементарных функций, в частности — тригонометрических. Для точного расчета тригонометрических величин и непериодических констант (например, числа Пи) можно использовать уже реализованные функции (сумма, деление, факториал), благодаря которым можно вычислить значение любой функции, составив ее ряд.

Следующей перспективой развития является более гибкая обработка выражений, которая позволит исполь-

зовать произвольное количество переменных в выражении (на данный момент их количество ограничено буквами латинского алфавита).

Литература:

1. Электронные средства и системы управления: Материалы докладов Международной научно-практической конференции (13–16 октября 2010 г.). — Томск: В-Спектр, 2011: В 2 ч. — Ч. 2. — 178 с. ISBN 978–5–91191–223–6, с. 123–129
2. С. М. Окулов, Длинная арифметика, Информатика, 2016, № 5 (867), режим доступа: <http://inf.1september.ru/2000/1/art/okul1.htm>

Таким образом, на базе данной программы можно создать библиотеку функций, реализующих широкий набор математических операций с числами произвольной точности и бесконечной величины.

Применение графической библиотеки SDL2.0 для программирования компьютерных игр на языке СИ

Коптенко Елизавета Викторовна, ассистент;
Куцова Дарья Викторовна, студент;
Полшкова Ирина Владимировна, студент
Брянский государственный технический университет

Одной из самых распространенных тем курсовых работ по программированию на первом курсе является написание игровой программы. Данная тема позволяет развить алгоритмическое мышление, продемонстрировать умение работать с основными алгоритмическими конструкциями, такими как циклы или условия, а также владение основными приемами программирования. Кроме того, игровые проекты вызывают интерес и повышают мотивацию студентов. Что не менее важно, они связаны с математическими дисциплинами, так как требуют большого числа расчетов.

Написание игры связано с программированием графики. Существуют различные библиотеки, например, OpenGL, Qt, SFML, Graphics, SDL. Готовые игровые библиотеки и конструкторы не рассматриваются, так как не позволяют в полной мере продемонстрировать степень владения навыками программирования. В статье рассмотрена библиотека SDL.

Общий принцип взаимосвязи процедурных блоков и логики игрового проекта представлен на рисунке 1. Запуск любой игры начинается с вывода меню, из которого производится переход к списку рекордов, загрузке игры, новой игре или осуществляется выход из программы. Сама игра содержит такой важный функциональный блок, как игровой цикл.

Любая игровая программа основывается на игровом цикле. Общий игровой цикл представлен на рисунке 2. При входе в функцию игры необходимо проинициализировать начальные значения уровня и отрисовать стартовое поле. После этого происходит вход в игровой цикл, условиями выхода из которого могут являться закрытие окна игры, определенные действия пользователя (например,

нажатие на кнопку) и достижение определенных значений игровых параметров.

Далее рассчитываются параметры, значения которых не зависят от пользовательских действий, например, координаты динамических игровых объектов. Следующим шагом является считывание событий мыши и клавиатуры, на основе которых производится пересчет игровых параметров, зависящих от пользовательских действий. Далее производится отрисовка кадра и возврат в начало цикла.

Библиотека SDL позволяет работать с графическими примитивами, такими как точки, прямые и прямоугольники. Средствами библиотеки можно получать графическую информацию из файлов в форматах bmp, и. png, воспроизводить звуки, выводить текст, работать с контроллерами и манипуляторами.

Рассмотрим основные функции библиотеки SDL, применяемые для написания игр.

Перед тем как приступить к работе с библиотекой, её нужно проинициализировать. Для этого есть функция `int SDL_Init (Uint32 flags)`, которая принимает параметр, указывающий, какую подсистему инициализировать в SDL. Всего есть несколько подсистем, которые понадобятся для написания игры: подсистема таймера, аудио, видео, sd-привод, джойстик. Если необходимо инициализировать все системы, следует использовать константу `SDL_INIT_EVERYTHING`.

Первая и основная графическая функция — функция отрисовки окна. Она отрисовывает и выводит на экран окно с заданными размерами и заголовком:

```
SDL_Window* window = SDL_CreateWindow  
(«Hello», 100, 100, 800, 600, SDL_WINDOW_SHOWN);
```

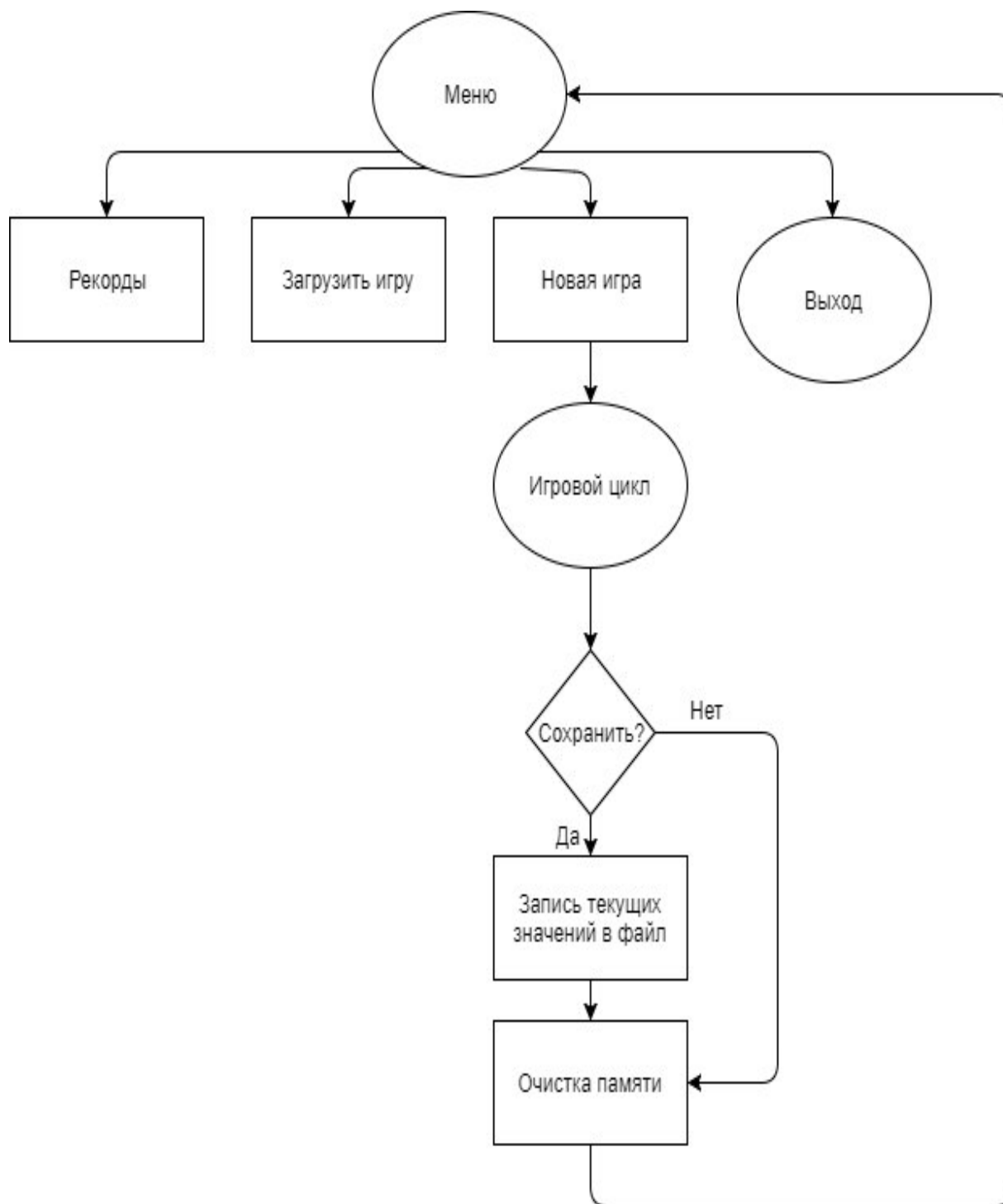


Рис. 1. Схема игрового цикла

Параметрами функции являются: заголовок окна, координаты его расположения, размер окна и флаги состояния.

В библиотеке SDL присутствует функции для отрисовки графических примитивов, таких как прямоугольник, точка и линия. Прямоугольник может быть закрашенным.

Функция `SDL_LoadBMP (path)` позволяет загружать изображения и в других форматах, но `bmp (256)` является для данной библиотеки наиболее оптимальным.

`SDL_CreateRenderer (window, — 1, 0)`, функция создания рендера, и функция его отображения — `SDL_RenderPresent (renderer)` — являются основными функциями при написании любого проекта, использующего графику.

Рендер представляет собой область памяти, в которой сохраняются все проделанные изменения с графическим представлением.

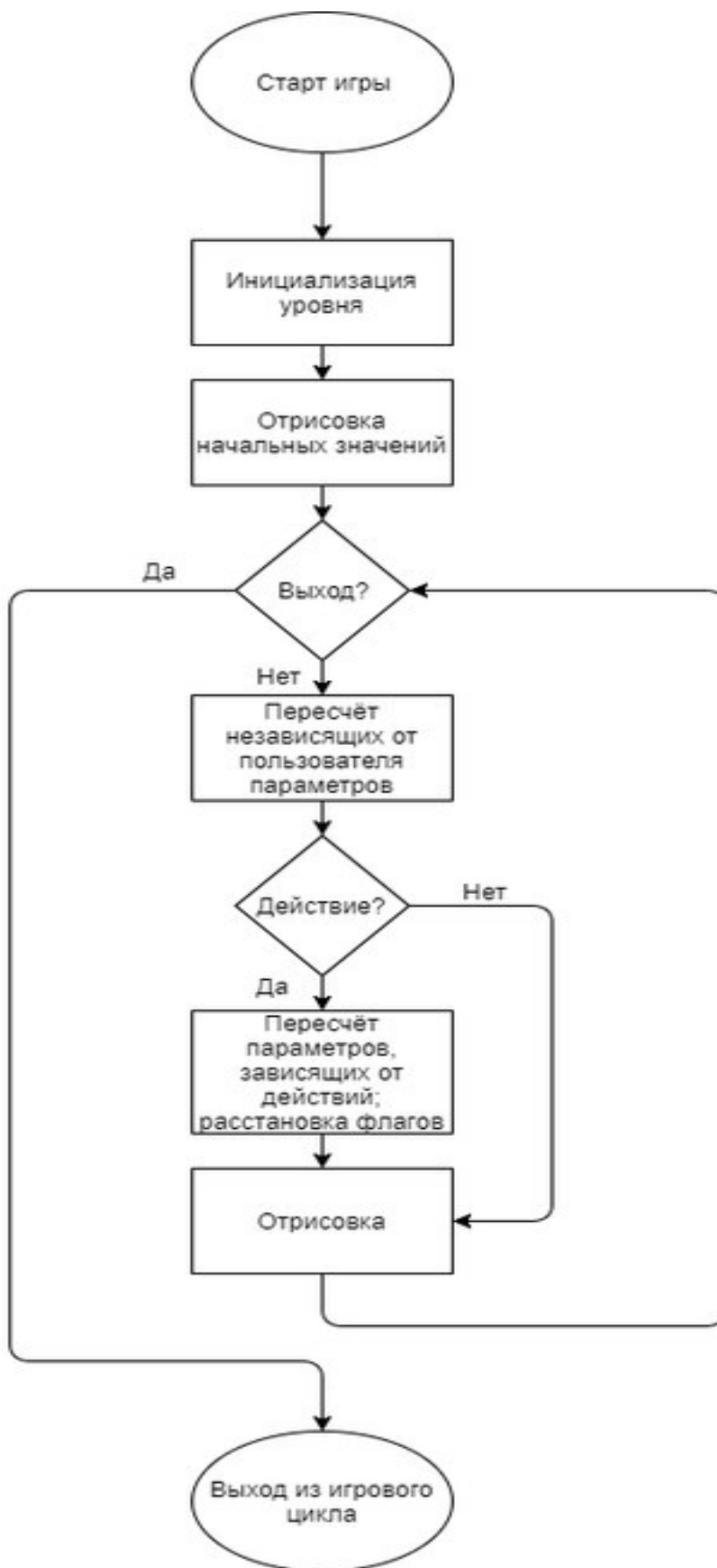


Рис. 2. Схема игрового цикла

Для чтения событий есть две функции: `SDL_WaitEvent (&event)` и `SDL_PollEvent (&event)`. Первая требует гораздо меньше ресурсов процессора, но для реализации игры в режиме реального времени не подходит, поскольку приостанавливает выполнение программы до того момента, как событие совершится.

Типов событий в SDL много, но преимущественно используются события клавиатуры и мыши. Для определения клавиши используем поле переменной, хранящей событие.

Для работы с аудио необходимо подключить заголовочный файл `SDL_audio.h`. SDL предоставляет единственную функцию для загрузки звука, `SDL_LoadWAV()`. После того как звук загружен, требуется преобразовать его к звуковому формату выходного потока с помощью функции `SDL_ConvertAudio()` и сделать его доступным для функции микширования.

`Mix_PlayChannel(-1, sfx, 0)` — функция воспроизведения, где `-1` означает, что функция самостоятельно вы-

бирает канал, `sfx` — воспроизводимый файл, третий параметр — количество раз, уменьшенное на 1, которое будет воспроизведен звук (то есть единожды в данном примере).

Недостатком библиотеки является одно из ее преимуществ, а именно то, что она работает напрямую с пикселями матрицы вывода, то есть программист вынужден работать с каждой точкой выводимого изображения. Еще один менее существенный, но местами ощутимый недостаток — это невозможность подмены курсора.

Достоинства этой библиотеки в конечном итоге сильно перевешивают недостатки. Наиболее весомое — кроссплатформенность. Еще одно важное для начинающих преимущество — исчерпывающая документация, которая присутствует как на официальном сайте, так и в исходном коде, распространяющемся свободно. Библиотека проста в использовании и имеет весь необходимый начинающему функционал.

Литература:

1. Официальный сайт библиотеки SDL. URL: <http://www.libsdl.org/>
2. Официальный сайт документации для библиотеки SDL. URL: <http://wiki.libsdl.org/FrontPage>
3. Гущин, А. Н. Разработка программ с графическим пользовательским интерфейсом на языке Си с использованием библиотеки SDL // Учебное пособие БГТУ «Военмех», 2014.
4. Керниган, Б., Ритчи Д. Язык программирования Си. — М.: Финансы и статистика, 1992.
5. Иванова, Г. С. Программирование: основы алгоритмизации и процедурное программирование, объектно ориентированное программирование: учеб. Для вузов, 2-е изд., стер.-м.:Кнорус, 2014.

Обзор существующих программных продуктов предпочтковой обработки партионной почты

Шевченко Руслан Валериевич, магистрант
Хакасский государственный университет имени Н. Ф. Катанова (г. Абакан)

В статье проведен обзор существующих программных продуктов предпочтковой обработки партионной почты.

Ключевые слова: партионная почта, предпочтковая подготовка

Значительная часть деятельности организаций связана с массовой рассылкой писем, что вызывает потребность в информационных системах, обладающих функционалом для автоматизации процесса формирования списка писем для массовой рассылки. В связи с этим появляются коммерческие версии программных продуктов, связанных с предпочтковой обработкой писем. Проведем обзор существующих программных продуктов предпочтковой обработки партионной почты.

В результате анализа существующих предложений на рынке нами были выявлены две программы, требующие установки на рабочем месте: Официальная программа ФГУП «Почта России» «Предпочтковая подго-

товка» [1], Программа «Aventa: Партионная почта» [2] и один онлайн-сервис по предпочтковой подготовке — сайт Partionka.ru «Профессиональная коммерческая версия онлайн-сервиса для печати конвертов» [3].

Рассмотрим каждый из предлагаемых сервисов более подробно.

Официальная программа ФГУП «Почта России» «Предпочтковая подготовка» [1].

Скриншот программы представлен на рисунке 1.

Модуль «Предпочтковая подготовка» входит в состав программного комплекса «Партионная почта» и обеспечивает формирование данных о регистрируемых почтовых отправлениях. В модуле производится автоматиче-



Рис. 1. Скриншот модуля «Предпочтовая подготовка» пакета программ «Партионная почта»

ская тарификация почтовых отправлений, обеспечивается контроль уникальности почтового идентификатора при приеме почтового отправления в соответствии с РТМ 0001.01–99, производится контроль почтовых отправлений предприятий отправителей и экспорт данных в соответствии с РТМ 0003.01–00.

С помощью модуля выполняются следующие операции: формирование исходных данных почтовых отправлений (Форма № 103); формирование уникального почтового идентификатора почтового отправления; распределение и учет диапазонов номеров почтовых идентификаторов; формирование сопроводительных документов к партионной почте; экспорт данных для систем обработки партионной почты объектами почтовой связи; импорт и контроль данных; управление данными партионной почты.

Минимальные системные требования для установки программного продукта: процессор Intel® или Celeron® — 1.70 GHz и выше; оперативная память RAM — 1 Гб; место на жестком диске — 10 Гб; операционная система Windows (32-разрядная или 64-разрядная) — XP, 7, 8 или 10; БД ПП «Партионная почта» совместима с версией СУБД Firebird 1.5 и 2.1. Операционная система XP совместима с версией сервера Firebird 1.5 и 2.1. Операционная система Windows 7, 8 и 10 — с версией сервера Firebird 2.1; подключение к сети Интернет.

Достоинства: бесплатная.

Недостатки: сложный интерфейс для конечного пользователя, необходимость регулярных обновлений, в случае обнаружения ошибок — отсутствие оперативности в их исправлении. Так же не сохраняет адреса, что требует ввода адресов вручную, усложнен алгоритм импорта адресов из других программных продуктов.

Следующий коммерческий программный продукт это — программа «Aventa: Партионная почта» [2].

Данная программа является продуктом, включающим в себя модули: по автоматическому составлению бланков для почты России; по автоматическому расчету стоимости отправлений; по формированию документов для программного продукта «Партионная почта»; по формированию сопроводительных бланков.

Программный продукт предназначен для создания информации о партионных регистрируемых почтовых отправлениях, формирования документации на партионную почту, проверки корректности передаваемой информации.

Программа работает автономно. В ней есть основной документ «Реализация товаров и услуг», являющийся основанием для расчетов и создания заполненных бланков для почты России.

Также, созданы правила обмена из выше перечисленных программ, документа «Реализация товаров и услуг» в программу «Aventa: Партионная почта», что позволяет выгрузить за указанный период документы из любой другой учетной программы и создать необходимые документы для почты России.

С помощью модуля могут быть выполнены следующие операции: формирование исходных данных почтовых отправлений в соответствии с почтовыми правилами; формирование уникального почтового идентификатора почтового отправления; распределение и учет диапазонов номеров почтовых идентификаторов; автоматическая тарификация отправлений; проверка правильности индекса отправителя и получателя; формирование списка формы 103 в электронном виде в соответствии с требованиями почты; печать сопроводительной документации к партионной почте (формы): Ф103, Ф7, Ф107, Ф113, Ф112, Ф116, Ф117; создание или использование шаблонов печати на конвертах и т. п.; синхронизация со сторонним программным обеспечением; экспорт данных для систем обработки партионной почты объектами почтовой связи;

импорт и контроль данных из других систем, в том числе: 1С. Язык программирования — 1С.

Достоинства — интеграция модуля с распространенными программными продуктами на базе 1С. Разработка полностью заменяет программу «Партионная почта» Почты России. Данная программа ускоряет работу службы сбора почтовых отправлений, имеет настроенный план обмена со всеми распространенными программами 1С. Также практически «сводит на ноль» ошибки сборщиков почтовых отправлений.

Недостатки — стоимость 50000 рублей. Необходимо оплачивать обновления.

Также в России появился он-лайн сервисы предпочтовой обработки партионной почты. Один из них — сайт

Partionka.ru — профессиональная коммерческая версия онлайн-сервиса для печати конвертов [3].

Partionka.ru предназначена для тех, чья работа подписывать и отправлять десятки и сотни почтовых отправлений по различным адресам. Обладает более широкими возможностями: возможность выбора из нескольких отправителей; печать логотипа на конверте; списки получателей большого размера; печать формы уведомления о вручении Ф. 119, бланка описи Ф. 107; печать типа отправления на конверте (заказное, ценное и др.); автозавершение адресов, включая улицы; отсутствие рекламы на сайте и рекламной надписи на подготовленном конверте.

Скриншот программы приведен на рисунке 2.

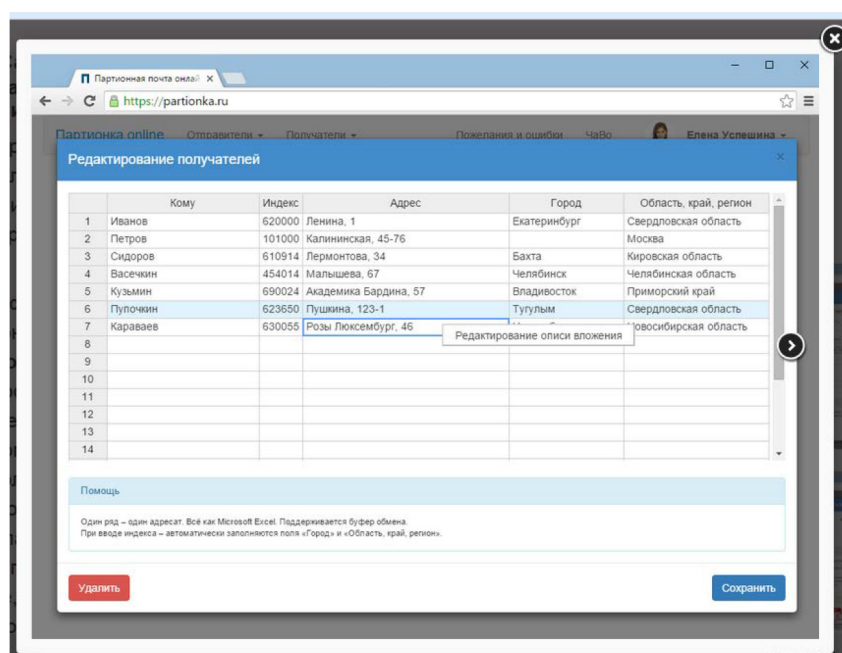


Рис. 2. Скриншот онлайн-сервиса сайт Partionka.ru

В ближайшей перспективе разработчики сайта Partionka.ru хотят сделать полную замену программы Почты России «Партионная почта».

Доступ к сервису предоставляется на основе ежемесячной абонентской платы. Размер от 0 (ограниченная

демо-версия) до 500 рублей в месяц, в зависимости от объема отсылаемых писем.

Сравнение различных программных продуктов для формирования партионной почты приведено в таблице 1

Таблица 1. Сравнение различных программных продуктов для формирования партионной почты

Название системы	Возможность получения электронной версии списка Ф. 103	Возможность генерации штрихового почтового идентификатора	Стоимость системы	Простота в использовании	Безопасность контроля персональных данных
ФГУП «Почта России» «Предпочтовая подготовка»	+	-	+	+	-
Программа «Aventa: Партионная почта»	+	+	-	+	-
Сайт Partionka.ru	+	+	-	+	-

На рынке программного обеспечения предпочтительной подготовки почтовых отправлений нет большого количества программных продуктов. Многие компании заказывают разработку программного продукта «под себя». Как видно, из таблицы 1, основным недостатком готовых программных решений для обработки данных является их стоимость, а также в некоторых случаях негибкость системы, невозможность настройки под определенные задачи.

Также надо отметить, что многие коммерческие программные продукты «Электронного документооборота» уже имеют встроенные модули «Предпочтовой обработки партионной почты».

В качестве примера можно привести следующие модули для существующих программных продуктов. Во-

первых это различные модули для 1С: Внешняя обработка «Заполнение и печать почтовых бланков для Почты России из 1С» (<http://catalog.cbr-service.ru/public/81153/>), Внешняя обработка «Выгрузка заказов из 1С в программу «Партионная почта»» (<http://infostart.ru/public/328637/>). Во вторых это модули для систем электронного документооборота: Подсистема «Партионная почта» «Система электронного документооборота «Дело»» (http://www.eos.ru/eos_products/eos_delo/partionnaja-pochta.php)

Однако данные модули, работают только внутри «материнского» программного продукта, так как их независимая работа без покупки полного пакета программ «Электронный документооборот» или «1С» невозможна.

Литература:

1. Пакет программ «Партионная почта» // ИВЦ ОАСУ РПО ФГУП «Почта России». URL: <http://vinfo.russianpost.ru/jsp/partpost/partpost.jsp> (дата обращения: 11.11.2017).
2. AVENTA: ПАРТИОННАЯ ПОЧТА // ООО «Авента». URL: <http://aventa-group.ru/cheb/servisy/blanki-rochty-rossii.html> (дата обращения: 11.11.2017).
3. Сайт Partionka.ru — профессиональная коммерческая версия онлайн-сервиса для печати конвертов // Партионка online. URL: (дата обращения: 11.11.2017).

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Разработка подхода к проектированию взлётно-посадочных устройств с применением концепции единой расчётной модели

Андрейчук Алексей Владимирович, студент

Высшая школа системного инжиниринга Московского физико-технического института

Аверьянов Игорь Олегович, кандидат технических наук, начальник отдела, научный руководитель

Центр проектирования АО «Технодинамика» (г. Москва)

В работе рассмотрена возможность повышения эффективности процесса проведения расчетов конструкций стоек шасси летательных аппаратов за счет создания единого расчетного процесса, в том числе с привлечением коммерческих САЕ-программ. Проведен сравнительный анализ трудоемкостей, затрачиваемых на ряд отдельно взятых расчетов при имеющемся и предлагаемом подходах. Сделаны выводы о целесообразности применения единого расчетного процесса.

Ключевые слова: единая расчётная модель, механические расчёты стоек шасси, автоматизация процессов проектирования

Введение

Проектирование опор шасси летательных аппаратов подразумевает проведение серии расчетов различного рода, уровня сложности и детальности (например, расчет амортизации, расчет на устойчивость против колебаний типа «шимми», расчет на статическую прочность, на установившуюся долговечность и пр.). Растущие требования к стойкам шасси приводят к усложнению как конструкции, так и расчетных моделей и процедуры проектирования в целом. Как следствие, повышаются требования к компетенциям (и/или к количеству) конструкторов и инженеров, а также возникает необходимость отслеживания параметров при передаче их из одних расчетов к другим, т. е., необходимость управления интерфейсами. Сжатые сроки, выделенные на проектирование новых изделий, подразумевают оперативную работу с заказчиком в части управления требованиями и последующего согласования конструкторской документации. Оперативное управление требованиями напрямую связано с оперативным прогнозом и последующей расчетной оценкой параметров конструкции (с применением общепонятных расчетных моделей) при изменении требований, заложенных в техническом задании (ТЗ).

Обе обозначенные проблемы предлагается решить за счет отладки процесса управления интерфейсами между отдельными видами расчетов. Его осуществление подразумевает модификацию (в т. ч. и глубокую) применя-

емых методов проведения расчетов стоек шасси на стадии проектирования. Важную роль в поиске новых решений играют быстро развивающиеся вычислительные мощности, доступные все более широкому кругу предприятий. Таким образом, настроить интерфейсы представляется возможным как за счет проведения серии расчетов в одной программной среде, так и за счет организации обмена данными между программами в заранее оговоренных форматах через сервер.

Описание процесса «Как есть»

При рассмотрении текущей процедуры проведения расчетов стоек шасси летательных аппаратов можно заметить, что все они производятся с помощью ЭВМ с использованием либо специальных расчетных программных продуктов (САЕ-программы) либо с помощью «локальных» авторских программ, ориентированных на выполнение конкретной задачи. В зависимости от целей, каждый расчет по-своему организует настройку расчетной модели. Таким образом, независимо друг от друга формируется множество расчетных моделей.

Из сходства некоторых этапов подготовки расчетной модели в разных расчетах (например, и в статическом, и в усталостном анализе производится расчет напряженно-деформированного состояния конструкции) следует, что при независимом формировании расчетных моделей часть конструкторской работы дублируется. При этом,

нельзя быть уверенным, что общие для смежных расчетов свойства модели задаются одинаковым образом. Также затрудняется возможность проверки корректности всего спектра созданных таким образом моделей, что снижает совокупную надежность проводимых работ.

В текущей конфигурации расчетного процесса передача данных между расчетами заключается в их извлечении из утвержденной отчетности. Необходимость такого подхода продиктована соображениями прозрачности предоставления исходных данных и подтверждения их надежности. При этом, в условиях громоздких цепочек согласования при последовательной передаче данных между отчетами единый процесс затягивается во времени в несколько раз. Также бюрократизированность утверждения расчетного процесса может приводить к тому, что на момент утверждения расчета данные становятся неактуальными.

Описание процесса «Как должно быть»

В целях настройки интерфейсов с минимальным ручным вмешательством в процесс передачи данных между расчетами необходимо выведение отчетности в редактируемом формате (бумажные носители, pdf-файлы) из потока файлов, участвующих в передаче данных в существующем расчетном процессе (пример показан на рисунке 1).

При этом, сохраняется проблема неподтвержденности надежности и актуальности передаваемых данных с формальной точки зрения. В данном случае оперирование неутвержденными, но автоматически передаваемыми данными из *завершенного* расчета далее по потоку может быть дозволено введением соответствующих договоренностей и/или распоряжений внутри конструкторского бюро.

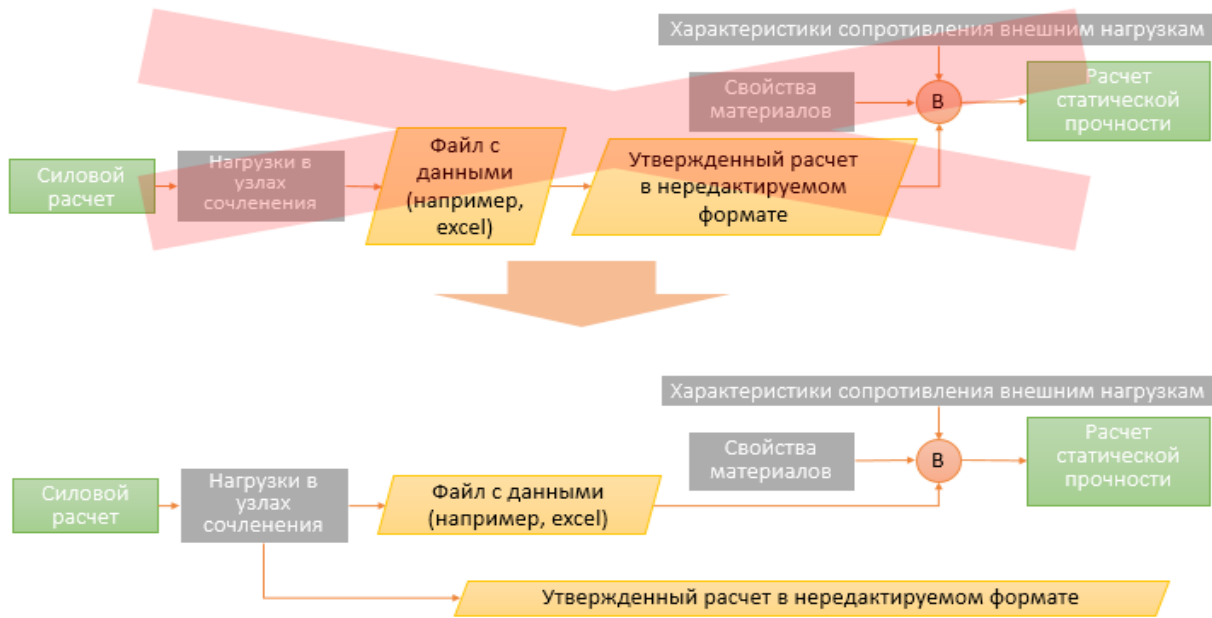


Рис. 1. Выведение редактируемого формата отчетности из потока

Далее возникает вопрос технической реализации сквозного потока данных. В примере на рисунке 1 промежуточный файл предлагается в форматах, поддерживаемых Microsoft Excel, что не случайно, так как экспорт и импорт файлов в форматах xls,xlsx, csv и т. п. распространен как в коммерческих программных пакетах, так и в локально создаваемых на предприятиях расчетных программах, особенно когда речь идет о трансфере табличных данных. В отдельных случаях удобнее оказывается работа с текстовыми форматами типа txt, json, yaml. Характерной особенностью обращения к обособленным файлам является то, что таким образом обеспечивается совместимость покупаемых коммерческих пакетов и собственных программных продуктов.

В то же время упрощение процедуры передачи данных может быть достигнуто за счет проведения расчетов в одной расчетной среде [1]. В рамках данной работы метод

был опробован для расчетов на статическую прочность, усталостную долговечность и частично для расчета уборки-выпуска. В целях демонстрации осуществимости подхода в качестве расчетной программы был выбран Ansys Workbench. Пробная реализация методики проведения расчетов с помощью единой информационной модели была проведена для хвостовой опоры шасси вертолета Ка-62. На рисунке 2 показана схема взаимосвязей между исходными данными в единой расчетной модели.

Согласно рисунку 2 для всех трех разновидностей расчетов используется единая 3D-модель и общий блок, описывающий массовые, прочностные (упругие и пластические) и усталостные свойства материалов. Задание кинематических связей, настройка сетки конечных элементов и её верификация выполняется одновременно для статического и усталостного анализа, что исключает дублирование работ на данном этапе. Это приводит к выи-

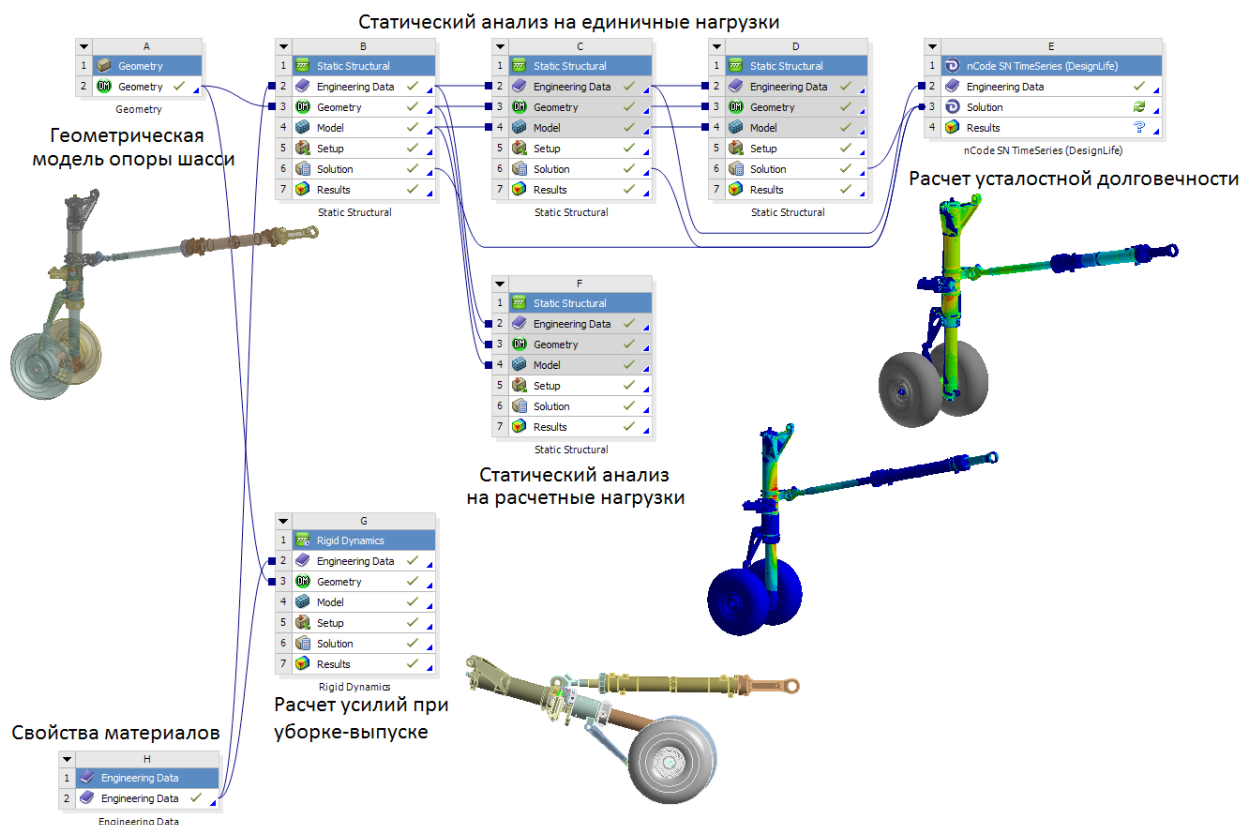


Рис. 2. Схема взаимосвязей между компонентами совокупности проводимых расчетов

грышу во временном эквиваленте по сравнению с двумя независимыми расчетами в Ansys Workbench.

Результаты сравнения затрачиваемых трудоемкостей на связку расчетов «статическая прочность + усталостный анализ» при подходах с независимыми моделями и с единой расчетной моделью имеют неоднозначный характер. Сравнение первых итераций проведения расчетов показало, что, несмотря на наличие стадий, проводимых единожды для обоих видов анализов, суммарная трудоемкость проведения расчетов в единой расчетной среде оказалась выше примерно на 80 процентов, чем трудоемкость процесса «как есть», состоящего из равных по величине блоков анализа расчетных сечений. При этом, степень предпочтительности того или иного подхода однозначно не ясна ввиду того, что значительная часть единого расчетного процесса приходится на машинное время. Также необходимо учитывать, что в случае изменений входных данных, влекущих за собой необходимость проведения следующей итерации расчетов, структура единого расчетного процесса претерпит смещение фокуса с подготовки расчетной модели на вычислительную составляющую. При этом, структура процесса «как есть» существенно не изменяется. Начиная со второй итерации, подход с применением единого расчетного процесса затрачивает меньшее суммарное машинное и человеческое время, нивелируя большую трудоемкость первой итерации через несколько последующих итераций.

Следует иметь в виду, что эффективность подхода определяется не только затрачиваемой трудоемкостью, но и прозрачностью процедуры расчета, полнотой анализа исследуемых деталей, а также гибкостью расчетной модели. Последнее оказывается важным в случае изменения исходных данных, так как оперативность реакции в подобной ситуации становится одной из важнейших характеристик качества расчетного процесса.

Выводы

- Проведен анализ существующего процесса проведения расчетных работ для стадии рабочего проектирования опор шасси и предложены подходы к его совершенствованию;

- Разработана единая расчетная модель в программном комплексе Ansys Workbench для серии расчетов, работоспособность которой была проверена на примере хвостовой опоры шасси вертолета Ка-62;

- На базе имеющейся статистики по затраченным трудоемкостям, а также на основании экспертных оценок проведен сравнительный анализ трудоемкостей, затрачиваемых на проведение процессов имеющегося и предлагаемого типов.

Можно заключить, что подход к расчетному проектированию опор шасси, основанный на управлении интерфейсами между отдельными расчетами с применением промежуточных файлов, а также с проведением серии расчетов

в одной программной среде, является предпочтительным по ряду параметров и относительно несложным в технической реализации. Тем не менее, целесообразность его внедрения в процесс проектирования отдельно взятой си-

стемы зависит от ряда экономических показателей, специфики разрабатываемого изделия и механизма взаимодействия с заказчиком и прочими заинтересованными сторонами проекта.

Литература:

1. Isad Saric «Implementation of CAD/CAM/CAE systems», 2009.

Неохлаждаемые тепловизионные приборы для обнаружения малоразмерных воздушных целей

Ашуров Дмитрий Андреевич, магистрант

Высшая школа системного инжиниринга Московского физико-технического института

Исламов Вадим Кадимович, доктор технических наук, старший научный сотрудник, научный руководитель
Главный научно-исследовательский испытательный центр робототехники Министерства обороны Российской Федерации (г. Москва)

Изложены основные результаты исследований, направленных на совершенствование научно-методического аппарата для оценки эффективности оптико-электронных систем с тепловизионными приборами. Приведены результаты оценки возможностей по обнаружению малоразмерных воздушных целей с применением тепловизора на основе неохлаждаемого фотоприёмного устройства матричного типа.

Ключевые слова: беспилотный летательный аппарат, противовоздушная оборона, обнаружение малоразмерных воздушных целей, тепловизор, микроболометрическое матричное фотоприёмное устройство, эквивалентная шуму разность температур

За последнее десятилетие в сфере построения и использования авиационной техники произошёл настоящий прорыв. Почти во всех крупных странах большое распространение получили воздушные робототехнические комплексы — беспилотные летательные аппараты (БЛА). Беспилотники успешно выполняют разведывательные, поисковые, охранные, боевые (ударные), транспортные и другие задачи. Особую роль они сыграли и продолжают играть в вооружённых конфликтах и военных операциях.

Современные БЛА отличаются небольшими габаритами, имеют специальную окраску и малую радиолокационную и оптическую заметность. Разнообразные по конструкции машины могут совершать бесшумные полёты на различных высотах: от нескольких метров до 20 км. Разведывательные и боевые воздушные роботы могут представлять угрозу для многих наземных объектов, подлежащих охране и защите. Беспилотные аппараты относятся к важным целям для средств противовоздушной обороны (ПВО).

Обнаружение, сопровождение и поражение БЛА в воздухе является сложной комплексной задачей. Для её решения создаются и применяются радиолокационные станции, оптико-электронные системы (ОЭС) с телевизионными, инфракрасными и тепловизионными камерами, а также акустические комплексы.

Важной и актуальной научно-технической проблемой является разработка, создание и применение эффек-

тивных и сравнительно недорогих тепловизионных приборов (ТПВП).

В данной статье приведены результаты изучения принципов создания и характеристик современных оптико-электронных приборов и вариантов построения тепловизионного канала ОЭС на основе неохлаждаемого фотоприёмного устройства матричного типа.

Тепловизионные приборы в зависимости от типа устанавливаемых в них фотоприёмных устройств (ФПУ) подразделяются на два класса — охлаждаемые и неохлаждаемые.

Изучение работ, посвящённых конструированию и возможностям применения тепловизоров, свидетельствует о том, что основной недостаток приборов с охлаждаемыми ФПУ заключается в необходимости иметь сложную систему агрегирования низких температур. Для выхода на рабочий режим требуется понизить температуру ФПУ до минус 190 °С. В настоящее время существует три основных типа охлаждающих систем: брызгающего типа, Джоуля-Томсона, замкнутая микрокриогенная система Стирлинга. Наибольшее распространение в силу обеспечения функциональной автономности получили приборы Стирлинга. Но реализуемое в них техническое решение замкнутого цикла охлаждения существенно увеличивает стоимость охлаждающей системы и накладывает ряд ограничений: длительное время выхода на рабочий режим и относительно небольшой эксплуатационный ресурс.

Изготавливаемые серийно неохлаждаемые фотоприёмники значительно уступали охлаждаемым по показателям чувствительности, поэтому они находили практическое применение лишь в гражданских тепловизорах для инфракрасной термографии. В конструкциях современных средств ПВО также традиционно использовались и продолжают применяться тепловизионные приборы на основе охлаждаемых ФПУ.

Вместе с тем за последние годы различные фирмы-производители стали выпускать новые матрицы и неохлаждаемые фотоприёмники. Появились высокочувствительные микроболометрические матричные фотоприёмные устройства (МФПУ) с компактной электроникой обработки сигнала, которые по стоимости в 1,5–2 раза дешевле охлаждаемых аналогов. У таких появившихся на мировом рынке модулей значение эквивалентной шуму разности температур (ЭШРТ) составляет менее 50 мК. В линейке образцов представлены МФПУ формата 320 × 256, 640 ×

512 и 1024 × 768, с размером чувствительных элементов 25 и 17 мкм [1].

Можно предположить, что появление новых матричных модулей и создание на их основе тепловизионных приборов позволит значительно расширить возможности систем обнаружения и сопровождения не только воздушных целей (самолётов, вертолёт, БЛА), но и малоразмерных наземных и надводных объектов.

Порядок оценки характеристик и возможностей применения в конструкциях тепловизоров неохлаждаемых МФПУ рассмотрим на примере прибора с матрицей фирмы OPGAL формата 640 × 480 элементов с размером пикселей 17 × 17 мкм. Производителем заявлено, что при использовании объектива с относительным отверстием 1:1 значение ЭШРТ не превышает 50 мК [1].

Основные характеристики тепловизора для оценки показателей эффективности обнаружения малоразмерных объектов (целей) приведены в таблице 1.

Таблица 1. Характеристики тепловизора с неохлаждаемым матричным фотоприёмным устройством

Формат МФПУ	640 × 480
Поле зрения, град.	2,9 × 2,2
Размер элемента, мкм	17 × 17
Диаметр входного зрачка объектива, мм	210
Фокусное расстояние объектива, мм	210
Материал чувствительного слоя МФПУ	amorphous silicon
Спектральный диапазон, мкм	7,5–14
Эквивалентная шуму разность температур, К	0,05
Время выхода на режим, с	6
Габаритные размеры модуля МФПУ (длина × ширина × высота), мм	48 × 33 × 40
Масса модуля МФПУ, г	80

Оценка показателей эффективности применения тепловизоров с неохлаждаемыми МФПУ проводится на основе преобразования основных (базовых) параметров типовых целей и варьируемых величин, характеризующих возможные или выбранные условия функционирования тепловизионных приборов.

Обозначим: N — отношение сигнал/шум на различных дальностях до объекта обнаружения; $T_{\Delta \lambda}$ — коэффициент пропускания атмосферы для заданного спектрального диапазона; $\Delta T_{\text{ЭШ}}$ — эквивалентная шуму разность температур; ΔT — типовые значения радиационного контраста объекта наблюдения.

Формула для расчёта величины сигнал/шум имеет вид:

$$N = \Delta T \cdot T_{\Delta \lambda} / \Delta T_{\text{ЭШ}} \quad (1)$$

Определение коэффициента $T_{\Delta \lambda}$ выполняется по методике, изложенной в работе [2]. Методика позволяет учитывать спектральный диапазон ТПВП, климатический регион применения тепловизора, абсолютную влажность воздуха, метеорологическую дальность видимости и протяжённость трассы наблюдения.

Средняя величина коэффициента пропускания атмосферы для спектрального диапазона $\Delta \lambda$ рассчитывается по формуле

$$T_{\Delta \lambda} = T_{\Delta \lambda}^M \cdot T_{\Delta \lambda}^A \quad (2)$$

где $T_{\Delta \lambda}^M$ — коэффициент пропускания атмосферы, характеризующий поглощение тепла атмосферными газами, $T_{\Delta \lambda}^A$ — коэффициент пропускания атмосферы, характеризующий тепловые потери из-за аэрозольного воздействия (влажности воздуха).

Практически все современные станции комплексов ПВО оснащены автоматом захвата тепловизионного изображения целей. В работе [3] показано, что для уверенного обнаружения и сопровождения воздушных целей необходимо обеспечить, соотношение сигнал/шум (N) в тепловизионных каналах не менее 6 единиц. Эта величина является пороговой характеристикой тепловизионного автомата (ТА) захвата целей на различных дальностях.

Для определения величин по формулам (1) и (2) и входящих в них характеристик принимались следующие ис-

ходные данные: модель, описывающая дисперсный состав континентального умеренного воздуха в летний сезон; спектральный диапазон 8–12 мкм, абсолютная влажность воздуха 10 г/м³; метеорологическая дальность видимости 20 км, протяжённость трассы от 1 до 10 км.

Полученные соотношения сигнал/шум в видеосигнале тепловизора с $T_{эш} = 50$ мК при условии обнаружения малоразмерных объектов (целей) с радиационными контрастами ΔT от 0,5 до 2 К на дальностях до 10 км показаны на графиках рисунка 1.

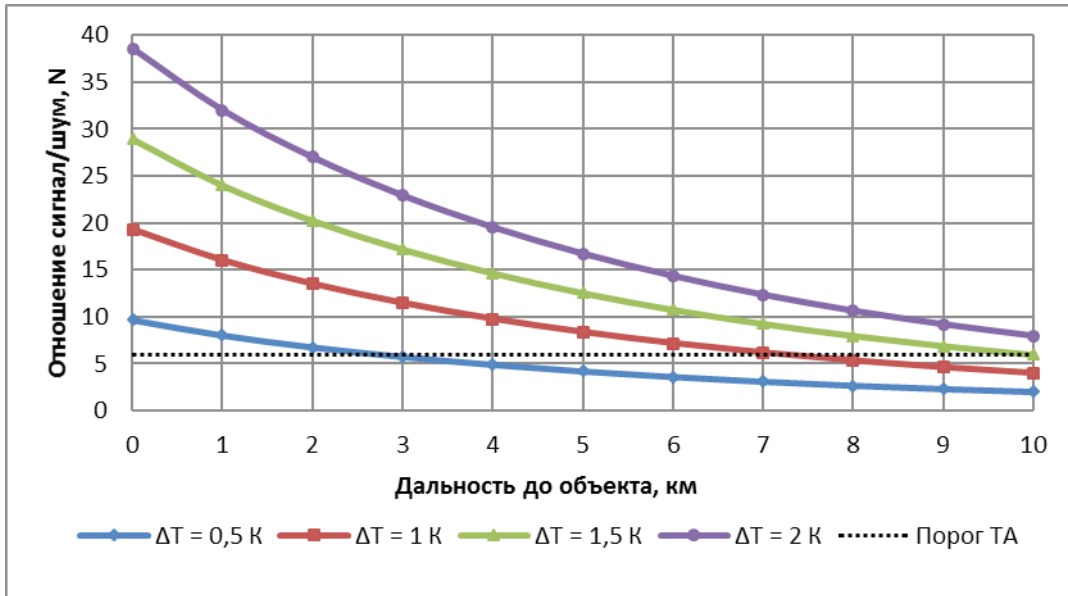


Рис. 1. Зависимость величины сигнал/шум для объектов с различными тепловыми контрастами на дальностях до 10 км

Известно, что для наблюдения за малоразмерными объектами на дальностях 3–5 км необходимо использовать объектив с фокусным расстоянием не менее 210 мм. Значения максимальной дальности обнаружения тепловизором малоразмерных воздушных объектов можно определять по методике, приведенной в работе [4]. Со-

гласно методике с использованием критерия Джонсона устанавливается: на какой дальности минимальный (критический) размер объекта в плоскости МФПУ будет равен размеру двух чувствительных элементов.

Схема преобразования размеров объекта обнаружения в каналах тепловизора с МФПУ показана на рисунке 2.

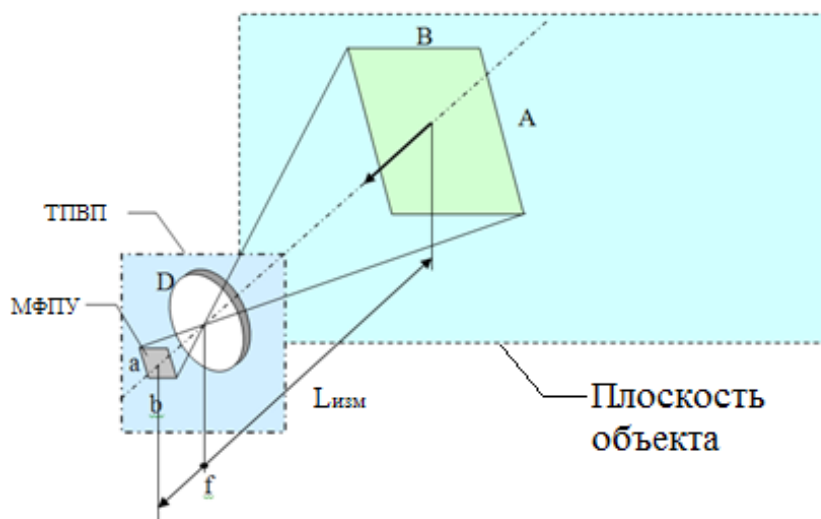


Рис. 2. Схема получения видеоизображения объекта в тепловизионном канале прибора с МФПУ

Площадь объекта в пределах поля зрения прибора на плоскости МФПУ определяется по формуле

$$S_{ab} = SAB \cdot f^2 / L_{изм}^2, \quad (3)$$

где f — фокусное расстояние объектива, $L_{изм}$ — дальность наблюдения или измерения, SAB — площадь проекции объекта наблюдения.

Количество элементов МФПУ, воспринимающих и фиксирующих тепловое излучение от объекта (цели), определяется соотношением

$$N_{эл} = S_{ab} / S_{эл}, \quad (4)$$

где S_{ab} — размер объекта (цели) на чувствительной плоскости МФПУ, $S_{эл}$ — размер одного чувствительного элемента МФПУ.

Значения $N_{эл}$, рассчитанные по формулам (3) — (4) для малогабаритных объектов — БЛА площадью 0,5 и 0,25 м², — показаны на графиках рисунка 3.

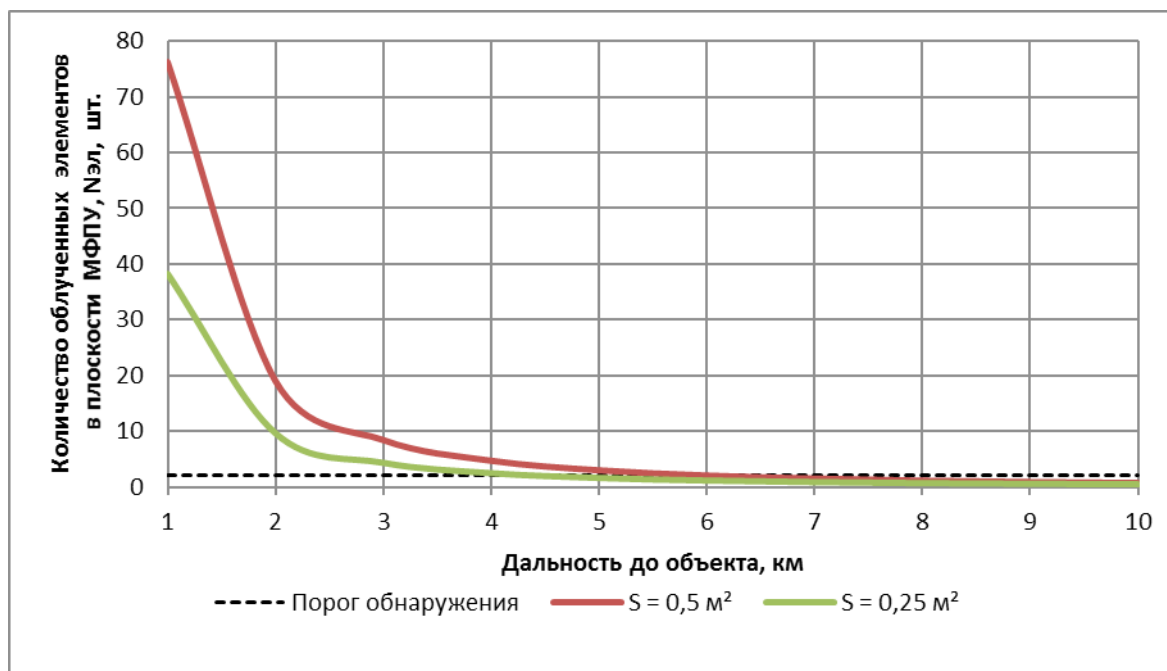


Рис. 3. Распределение количества облучённых элементов в плоскости МФПУ

По результатам проведённых расчётов, можно сделать следующие выводы.

Тепловизионный прибор, имеющий неохлаждаемую матрицу формата 640 × 480 элементов и объектив с фокусным расстоянием 210 мм может обеспечить обнаружение и сопровождение низкоконтрастных воздушных целей с $\Delta T = 0,5$ К на дальностях до 2,5 км. При значениях $\Delta T \geq 1$ К дальность обнаружения и сопровождения малогабаритных объектов площадью 0,25 м² может достигать 4 км, а объектов площадью 0,5 м² — 5 км. Для увеличения дальности действия тепловизора, возможно использовать

объектив с большим фокусным расстоянием (более 210 мм). Применение МФПУ формата 1024 × 768 позволит увеличить углы поля зрения тепловизора, тем самым расширить зону сканирования и уменьшить время тепловизионного обнаружения воздушных объектов (целей).

Использование в ОЭС тепловизоров с микроболومترическими матричными фотоприёмными устройствами, по сравнению с охлаждаемыми фотоприёмниками, может иметь ряд преимуществ: обеспечить малое время выхода на рабочий режим (менее 10 с), компактные габариты и меньшие стоимости производства и эксплуатации.

Литература:

1. Opgal family catalog Document P/N TS-ENE17VJ002012.
2. Иванов, В. П. Прикладная оптика атмосферы в тепловидении. Казань: Новое Знание, 2000. — С. 127–157.
3. М. М. Трестман, К. В. Егошин, Н. М. Камашева, Н. И. Харькова. Алгоритм прогноза дальностей обнаружения объектов наблюдения автоматом захвата тепловизионного канала. / НТЦ «Информатика» / Оборонная техника, 2007, № 12. — С. 48–55.
4. Дж. Ллойд. Системы тепловидения. / Монография, Мир, 1978. — с. 352–362.

Улучшение устойчивости транспортного средства с повышенным центром тяжести за счет установки пневматической подвески

Войтко Александр Михайлович, старший преподаватель
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

Согласно статистике, около 15% всех дорожно-транспортных происшествий в нашей стране — это опрокидывание транспортных средств, которое может спровоцировать получение более серьезных травм участников (риск летального исхода при переворачивании стоит на втором месте после риска лобового столкновения), при этом может произойти возгорание транспортного средства, нередко происходит отрыв элементов подвески и колес. Опрокидыванием транспортного средства служит причина потери устойчивости как в продольной, так и в поперечной плоскости. Устойчивостью называется совокупность свойств, определяющих критические параметры по устойчивости

движения и положения транспортного средства или его звеньев. В меньшей степени происходит продольное опрокидывание транспортного средства, которое может быть вызвано (к примеру), когда сила давления передних колес на дорогу уменьшается до нуля в продольной плоскости относительно задней оси (когда транспортное средство движется на подъем). Также возможно переворачивание автомобиля вперед при резком торможении на крутом спуске, что вызвано короткой базой автомобиля и высоким расположением центра тяжести (рис. 1). Вероятность опрокидывания современных автомобилей в продольной плоскости невелика ввиду низкого расположения центра тяжести.

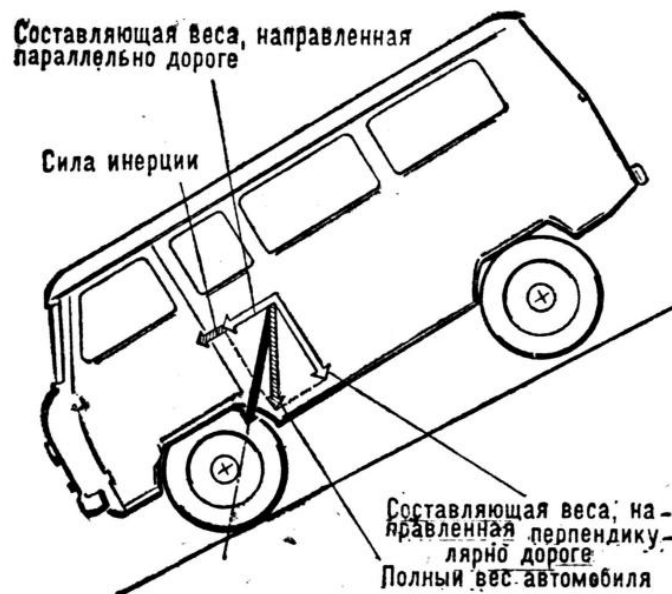


Рис. 1. Продольное опрокидывание автомобиля на спуске во время торможения

Потеря поперечной устойчивости, характеризующей свойство транспортного средства сохранять ориентацию вертикальной оси в поперечной плоскости в заданных пределах, вызывающая опрокидывание автомобиля, может произойти по следующим причинам:

1. Высокая скорость движения на крутых поворотах, а также на неблагоустроенных дорогах, где поперечный уклон (рис. 2) направлен в сторону, противоположную повороту. Данный фактор, как правило, имеет место быть при повороте транспортного средства налево при правостороннем движении. Согласно ГОСТам и СНиПам, дорожное покрытие должно иметь поперечный уклон для эффективного удаления воды с поверхности с целью предотвращения эффекта аквапланирования транспортных средств, что влечет за собой увеличение поперечной силы при повороте;

2. В случае возникновения бокового заноса и резкого его прекращения, которое может быть вызвано упором заднего колеса о камень или другое препятствие. Подобная ситуация происходит, как правило, при потере устойчивости на скользкой дороге с последующим заносом задней части транспортного средства и упором о бордюрный камень;

3. Вследствие наезда заднего колеса на бордюрный камень или другое препятствие (как правило, при повороте транспортного средства на небольших скоростях, имеющих высокий центр тяжести);

4. Резкий поворот рулевого колеса, провоцирующий изменение направления момента инерции. Подобная ситуация может быть вызвана при возникновении препятствия на пути транспортного средства, провоцирующее

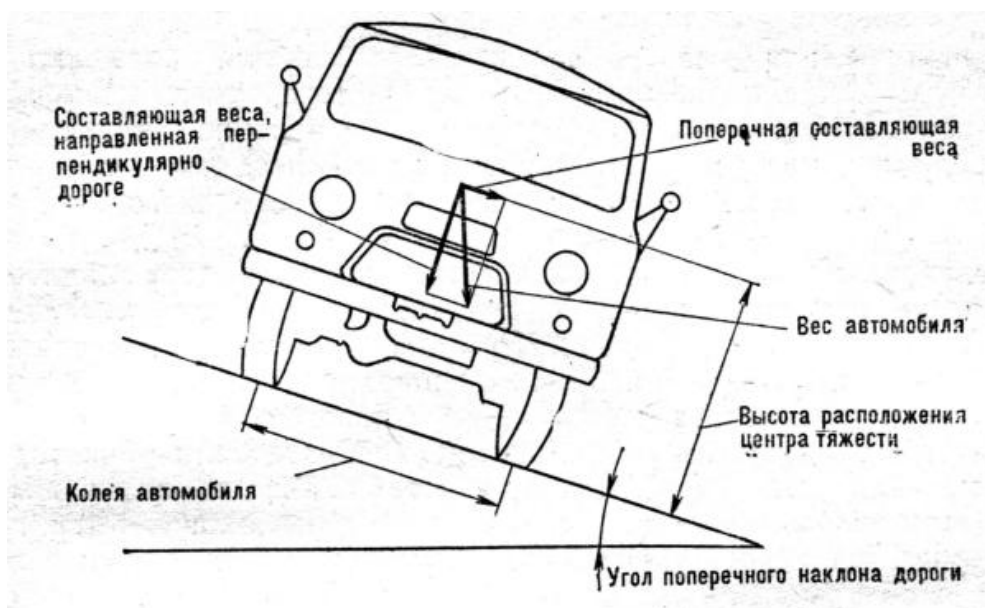


Рис. 2. Схема сил, действующих на автомобиль при движении на дороге, имеющей поперечный уклон

резкое изменение траектории его движения в сторону увода от столкновения или наезда на препятствие с последующим возвращением в конечную полосу движения;

5. Неравномерное размещение груза в кузове автомобиля, а также его поперечное перемещение при повороте. Неправильное расположение груза в кузове может значительно изменить положение центра тяжести, сместив его как вбок, так и вверх. Характерным примером может служить цистерна, не заполненная целиком жидким грузом. Под влиянием центробежной силы жидкий груз смещается к одной стороне цистерны, центр тяжести смещается вверх и в сторону, а сила тяжести, удерживающая автомобиль от опрокидывания, действует уже не по оси автомобиля, а смещается в сторону перемещения центра тяжести;

6. Немало важным фактором служит и сильное порывистое воздействие бокового ветра на крупногабаритное транспортное средство, находящееся на мосту, многополосном шоссе, незащищенном лесополосой отрезке загородных трасс и на дамбе. К примеру, боковой ветер может «выдавливать» автобус с дороги с силой более 1,6 тонны;

7. Неисправность элементов подвески и шин транспортного средства;

8. Мгновенная разгерметизация переднего колеса. На большой скорости при мгновенной разгерметизации переднего колеса происходит резкий увод транспортного средства, теряя устойчивость, что может привести к опрокидыванию;

9. Отрыв колеса во время движения;

10. Неодинаковая регулировка колесных тормозов.

Основными мерами, предупреждающими опрокидывание автомобиля, являются:

— равномерное размещение и надежное крепление груза в кузове;

- снижение скорости при повороте;
- плавное торможение;
- плавные повороты рулевого колеса.

В примере выше не учитывается ряд факторов, в том числе и то, что кузов автомобиля при движении получает крен, увеличивающий возможность опрокидывания. Большое влияние на опрокидываемость (как уже было сказано выше) оказывает неравномерное распределение груза по ширине кузова. Это особенно может проявляться в автобусах, где стоящие в салонах пассажиры под воздействием центробежной силы перемещаются к наружному (по отношению к центру поворота) борту. Стоит отметить, что чем выше расположен центр тяжести у автомобиля, тем ниже допустимая скорость движения на повороте по условиям опрокидывания. Особенно важно следить за устойчивостью автобуса при большом числе стоящих пассажиров, учитывая, что центр тяжести стоящих пассажиров расположен примерно на расстоянии метра от пола.

На сегодняшний день современное транспортное средство может включать в себя систему ARP (Active Rollover Protection) — система безопасности, предотвращающая переворот (опрокидывание) автомобиля. Данная система является дополнением системы курсовой устойчивости ESP и устанавливается на этапе сборки внедорожников, джипов и SUV (Sport Utility Vehicle). Система ARP предотвращает крен кузова автомобиля еще до того, когда датчики системы курсовой устойчивости зафиксируют опасность, используя при этом также работу системы распределения тягового усилия и ABS. При определении блоком управления ARP нестабильного положения автомобиля происходит подтормаживание наружного колеса. Данная система также может работать в паре с пневматической подвеской (как правило — это автобусы и грузовые автомобили).

Согласно Техническому регламенту о безопасности колесных транспортных средств данная система не является обязательной в конструкции, что дает право выбора ее наличия или отсутствия потенциальному обладателю автомобиля. Все это приводит к тому, что за определение состояния поперечной устойчивости автомобиля отвечает водитель. В критической ситуации (например, при внезапном появлении препятствия впереди едущего транспортного средства) первостепенной задачей водителя будет, конечно же, предупреждение столкновения с возможным изменением траектории своего движения, забывая при этом про изменяющийся момент инерции, который может вызвать опрокидывание.

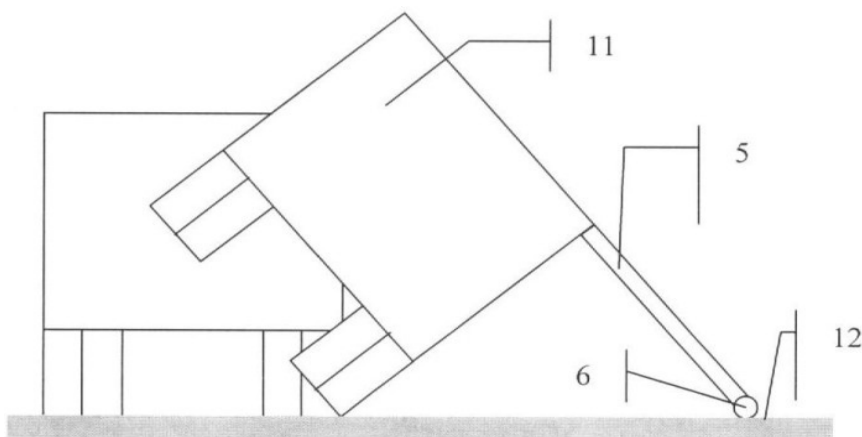
На сегодняшний день в нашей стране было создано несколько изобретений системы автоматической стабилизации положения транспортного средства, одна из которых предназначена для сохранения вертикального положения остова транспортного средства (колесного трактора). В систему стабилизации входят: стабилизатор маятникового типа, исполнительные гидроцилиндры с запорными клапанами, кран отключения системы стабилизации, делитель потока и контрольные приборы. Агрегаты системы стабилизации размещены в различных местах транспорта и соединены между собой металлическими трубопроводами и шлангами [1, с. 266–268].

К недостаткам системы автоматической стабилизации можно отнести: значительный вес ее — около 15 кг, усложнение технического обслуживания, связанное с громоздкостью и установкой дополнительных гидроцилиндров, маслопроводов, распределителя и других деталей, каждый транспорт требует своего набора элементов конструкции.

Известно и другое устройство (авт. св. SU 816849, кл. B62D 49/08), в котором для исключения опрокидывания транспортного средства (например, колесного трактора) содержится датчик углового положения, заполненный электропроводной жидкостью (например, ртутью), в U-образной трубке с боковыми электродами, подключенными к источнику питания (например, генератору), источнику звукового и светового сигнала. Кроме того, в устройстве имеется промежуточное реле, электромагнитные исполнительные силовые элементы соленоиды, сердечники которых механически связаны с педалями муфты сцепления и тормоза посредством двуплечих рычагов. В цепи управления промежуточными реле установлен выключатель.

Это устройство также не лишено недостатков. В устройстве применено вредное для здоровья вещество — ртуть; значительный вес прибора, более 6 кг; большое количество применяемых электроприборов (например, реле и т. п.); снижена функциональная возможность за счет того, что данное устройство работает только в продольной или в поперечной плоскостях; каждый транспорт требует своих приборов и элементов конструкции.

Также существует ряд изобретений, включающих в себя устройство для предотвращения опрокидывания транспортного средства в виде установленного на крыше автобуса антиопрокидывающего узла — штока 5 с упором 6, который выдвигается в сторону опрокидывания на минимальное расстояние в два метра (рис. 3). Такая конструкция в первую очередь опасна для пешеходов и других близ находящихся транспортных средств.



Фиг. 2

Рис. 3. Устройство, предотвращающее опрокидывание автомобиля

Во-вторых, необходимо учитывать допустимую полную массу транспортного средства для выдерживания нагрузки на шток 5, качество дорожного полотна для выдерживания нагрузок на упор 6 и т. д. Расположение на крыше транспортного средства данной системы поднимает центр

тяжести, что увеличивает вероятность опрокидывания при изменении поперечной устойчивости.

Исходя из вышеизложенного, следует отметить, что основными задачами по снижению вероятности опрокидывания транспортного средства являются:

- независимое от водителя воздействие противодействующих опрокидыванию сил и моментов инерции;
- уменьшение высоты центра масс транспортного средства (за счет уменьшения дорожного просвета);
- увеличение колеи;
- уменьшение угла бокового крена;
- применение независимой подвески, обеспечивающей низкое размещение центра масс автомобиля в снаряженном состоянии и относительно небольшое (не более 10–15%) увеличение высоты центра масс при полной нагрузке;
- применение свечной подвески для прицепов, перевозящих тяжелые неделимые грузы (гусеничные машины и др.).

Вышеперечисленные направления особенно актуальны для автомобилей с высоким центром тяжести, но стоит отметить, что мероприятия, направленные на повышение устойчивости автомобиля путем снижения центра тяжести не дают высокого эффекта, в то время как совершенствование элементов подвески значительно улучшает эксплуатационные и эргономические свойства [2]. Подвеска современного автомобиля классифицируется по типу направляющего аппарата (зависимые и независимые), по типу упругих элементов (пружинные, торсионные, рессорные, пневматические и т. д.), а также по способу управления (механические и электронные).

Самым распространенным видом подвески является независимые и пружинные, устанавливаемые на передней оси и зависимые пружинные на задней оси с масляными амортизаторами, которые по эксплуатационным характеристикам уступают газовым. Перегрузка масляных амортизаторов приводит к разрушению кронштейнов крепления и шпилек. Как правило, в автомобилях специального и специализированного назначения не используется регулируемая электронная подвеска с пневматическим упругим элементом, что приводит к снижению устойчивости на дороге, повышению вероятности опрокидывания на повороте, повышая тем самым дискомфортные, а иногда и небезопасные условия для водителя и пассажиров.

Одним из самых распространенных дефектов рессорной подвески является то, что со временем передний и задний мосты перестают быть параллельными друг другу [3]. Это вызвано тем, что у одного из мостов, а иногда и у обоих, ослабевает крепление моста к рессоре. Мост справа или слева немного «уводит» назад, и колесная база одного борта становится немного длиннее, чем у другого. Все это может привести к потере курсовой устойчивости, ухудшению управляемости, изнашиванию покрышек.

Одним из самых распространенных дефектов рессорной подвески является то, что со временем передний и задний мосты перестают быть параллельными друг другу [3]. Это вызвано тем, что у одного из мостов, а иногда и у обоих, ослабевает крепление моста к рессоре. Мост справа или слева немного «уводит» назад, и колесная база одного борта становится немного длиннее, чем у другого. Все это может привести к потере курсовой устойчивости, ухудшению управляемости, изнашиванию покрышек.



Рис. 4. Элементы подвески а/м «ГАЗель»

На основании вышеизложенного можно утверждать, что устанавливаемая нерегулируемая подвеска имеет ряд недостатков, который значительно ухудшает эксплуатационные показатели автомобиля.

Совершенствование элементов подвески, за основу которой можно взять как зависимую, так и независимую многорычажную с последующей заменой масляных и газовых амортизаторов, позволит решить ряд следующих задач:

- улучшить условия труда водителей, что приведет к повышению безопасности движения вследствие снижения их утомляемости и уменьшению риска возникновения профессиональных заболеваний под воздействием вибраций;

- повысить комфортность перевозок пассажиров;
- уменьшить динамические нагрузки на транспортное средство со стороны дороги, в результате чего повысится надежность узлов транспортного средства;

— уменьшить динамическое воздействие колес на опорную поверхность, что приведет к уменьшению интенсивности износа шин и дорог;

— повысить стабильность контакта колес с дорогой, в результате чего улучшатся управляемость, и тормозные свойства транспортного средства;

— снизить затраты энергии на колебания и увеличить скорость движения, что приведет к повышению топливной экономичности транспортного средства.

В связи с этим проблема повышения виброзащитных свойств подвесок АТС относится к числу важнейших проблем автомобилестроения.

В настоящее время можно выделить четыре основных направления, по которым идет совершенствование подвесок ТС:

1) разработка пассивных подвесок с нерегулируемыми характеристиками для заданных условий эксплуатации;

2) разработка пассивных подвесок с регулируемыми характеристиками в зависимости от режимов нагружения и условий движения;

3) разработка активных подвесок, содержащих элементы (пневматические, гидравлические, электрические), к которым подводится энергия двигателя;

4) разработка гибридных подвесок, содержащих элементы активной и пассивной подвесок.

С технической точки зрения самым оптимальным вариантом улучшения подвески является установка пассивной подвески с регулируемыми характеристиками, управление которыми может быть как ручным, так и автоматическим (рис. 5), а также одно-, двух- и четырехконтурная. При постоянно меняющихся условиях эксплуатации, высоких скоростных режимах рекомендуется устанавливать адаптивное автоматическое управление. Данная подвеска включает в себя пневмобаллоны, ресивер, датчик положения кузова и компрессор [4].



Рис. 5. Установленная пневмоподвеска на автомобиль Peugeot Boxer

Упругим пневмоэлементом в данном случае является исполнительным механизмом подвески, в задачи которой входит регулировка и поддержание клиренса за счет изменения давления воздуха в пневмоэлементах.

Пневмоэлемент может иметь разные исполнения — самостоятельный узел или совмещенный с амортизатором, в котором упругий пневмоэлемент наиболее часто называется пневматической амортизаторной стойкой, которая может быть установлена практически на любой тип подвески. Конструктивно пневмоэлемент состоит из корпуса, штока с поршнем и манжеты.

Компрессор предназначен для подачи сжатого воздуха в ресивер и далее в исполнительные механизмы.

Воздушный ресивер предназначен для осуществления регулировок клиренса в малых пределах без участия компрессора. Также за счет ресивера достигается быстрая и адекватная работа адаптивных подвесок.

Воздушные магистрали являются каналом передачи сжатого воздуха от компрессора к ресиверу и пневмоэлементу.

Электронные датчики позволяют отслеживать такие параметры как положение кузова относительно дороги, наклон кузова, ускорение автомобиля и прочие параметры.

Блок управления предназначен для обработки сигналов датчиков и осуществления автоматической или ручной регулировки подвески.

Принцип ее работы заключается в следующем: при резко меняющимся поперечном положении центра масс и приближении к критическому значению положения кузова (поперечное отклонение) происходит срабатывание электроклапана ресивера посредством установленного датчика положения кузова, в результате чего происходит автоматическое наполнение сжатым воздухом пневмобаллона подвески со стороны наклона.

Данная система позволяет улучшить эксплуатационные характеристики автомобиля, улучшая продольную и поперечную устойчивость (исключает проседание и раскачку кузова при нагрузках), повышая тем самым комфорт как водителю, так и пассажирам, а также позволяет снизить затраты на ремонт и обслуживание автомобиля.

Литература:

1. Ксеневиц, И. П. и др. Трактор МТЗ–80, его модификации. — М.: Агромиздат, 1991. — с. 266–268 с.
2. Новиков, В. В. Повышение виброзащитных свойств подвесок АТС за счет изменения структуры и характеристик пневмогидравлических рессор и амортизаторов: дис... д-ра техн. наук: 05.05.03 Волгоград, 2005448 с. РГБ ОД, 71:07–5/157.
3. «Газель» — особенности ремонта и эксплуатации ходовой части // URL: <http://www.gruzovikpress.ru/article/3000-gazel-osobennosti-remonta-i-ekspluatatsii-hodovoy-chasti-podvoda-tretego-tysyacheletiya/>
4. Выездная установка вспомогательной пневматической подвески для нового Пежо Боксер 2016 года выпуска // URL: http://ressoram.net/flat_peugeot_citroen_vspomogatel'naya_pnevmpodveska_ustanovka

К вопросу упрощения решений гидродинамических задач, связанных с фильтрацией в пласте углеводородов с аномальными свойствами

Гасанов Ильяс Раван оглы, старший инженер

Научно-исследовательский проектный институт «Нефтегаз» (SOCAR) (г. Баку, Азербайджан)

В работе предлагается метод, по которому можно более простым способом решать гидродинамические задачи, связанные с фильтрацией аномальной нефти в пласте и вообще при фильтрации любого флюида с учетом начального градиента.

Ключевые слова: начальный градиент, аномальная нефть, фильтрация, флюид, закон Дарси

The paper proposes a method by which it is possible to solve the hydrodynamic problems associated with the filtration of anomalous oil in a reservoir in a simpler way and in general when filtering any fluid taking into account the initial gradient

Keywords: initial gradient, anomalous oil, filtration, fluid, Darcy law

Рассмотрим вязкопластичную фильтрацию нефти в пористой среде. В этом случае [1] скорость радиальной фильтрации выражается в следующем виде:

$$v = \frac{k}{\mu} \left(\frac{dp}{dr} - \gamma_0 \right), \quad \frac{dp}{dr} > \gamma_0, \tag{1}$$

$$v = 0, \quad \frac{dp}{dr} \leq \gamma_0, \quad \gamma_0 = \alpha \frac{\tau_0}{\sqrt{k}}. \tag{2}$$

Как известно, дебит при этом определяется по формуле:

$$Q = \frac{2\pi kh}{\mu \ln \frac{r_k}{r_c}} (\Delta p - \Delta p_0), \quad \text{где } \Delta p_0 = \gamma_0 (r_k - r_c). \tag{3}$$

А теперь сделаем попытку получить эту же формулу, представляя, что фильтрация происходит как бы по закону Дарси. Однако для учета влияния начального градиента изменим пределы интегрирования. Учитывая, что для фильтрации жидкости в пористой среде с начальным градиентом депрессия тратится не только на преодоление давления на призабойной зоне r_c , но и на преодоление начального градиента призабойной зоны. Это логично, так как основное снижение давления происходит в призабойной зоне.

Как известно, без учета начального градиента

$$Q = \nu S = \frac{k}{\mu} \frac{dp}{dr} 2\pi r h,$$

откуда $dp = \frac{Q\mu}{2\pi k h} \frac{dr}{r}$. (4)

Интегрируя левую часть от $p_c + \Delta p_0$ до p_k , а правую часть от r_c до r_k , получаем:

$$\int_{p_c + \Delta p_0}^{p_k} dp = \frac{Q\mu}{2\pi k h} \int_{r_c}^{r_k} \frac{dr}{r}$$
 (5)

или $p_k - p_c - \Delta p_0 = \frac{Q\mu}{2\pi k h} \ln \frac{r_k}{r_c} \Rightarrow Q = \frac{2\pi k h}{\mu \ln \frac{r_k}{r_c}} (\Delta p - \Delta p_0)$.

Как видно, последняя формула полностью совпадает с формулой (3).

А теперь рассмотрим влияние начального градиента на фильтрацию газа в пористой среде. Будем интегрировать непосредственно

$$\frac{dp}{dr} = \frac{\mu}{k} \nu + \gamma_0,$$
 (6)

считая фильтрацию плоскорадиальной.

Выразим скорость фильтрации через приведенный объемный дебит $Q_{ат}$, используя формулу для плотности

$p = \frac{\rho_{ат} P}{P_{ат}}$ и соотношения

$$Q_m = \rho_{ат} Q_{ат}:$$
 (7)

$$\nu = \frac{Q_m}{\rho S} = \frac{\rho_{ат} Q_{ат}}{\rho_{ат} \frac{p}{P_{ат}} 2\pi r h} = \frac{Q_{ат} p_{ат}}{2\pi r h p}.$$
 (8)

Подставляя выражение (8) в (6), получаем:

$$\frac{dp}{dr} = \frac{\mu}{k} \cdot \frac{Q_{ат} \rho_{ат}}{2\pi r h p} + \gamma_0.$$
 (9)

Затем разделим переменные $p dp = \frac{\mu p_{ат} Q_{ат}}{2\pi k h} \frac{dr}{r} + \gamma_0 p dr$ и, проинтегрируя от забоя ($p = p_c, r = r_c$) до контура пласта ($p = p_k, r = r_k$), получаем:

$$\int_{p_c}^{p_k} p dp = \frac{\mu p_{ат} Q_{ат}}{2\pi k h} \int_{r_c}^{r_k} \frac{dr}{r} + \gamma_0 \int_{r_c}^{r_k} p dr,$$
 (10)

$$\frac{p_k^2 - p_c^2}{2} = \frac{\mu p_{ат} Q_{ат}}{2\pi k h} \ln \frac{r_k}{r_c} + \gamma_0 \int_{r_c}^{r_k} p dr,$$
 (11)

откуда $Q_{ат} = \frac{2\pi k h}{\mu p_{ат} \ln \frac{r_k}{r_c}} \cdot \left(\frac{p_k^2 - p_c^2}{2} - \gamma_0 \int_{r_c}^{r_k} p dr \right) =$

$$= \frac{2\pi k h}{\mu p_{ат} \ln \frac{r_k}{r_c}} \cdot \left(\frac{(p_k^2 - p_c^2)}{2} - \gamma_0 \frac{p_k + p_c}{2} \int_{r_c}^{r_k} dr \right) = \frac{\pi k h}{\mu p_{ат} \ln \frac{r_k}{r_c}} \cdot (p_k^2 - p_c^2 - \gamma_0 (r_k - r_c) \cdot (p_k + p_c)) =$$

$$= \frac{\pi kh}{\mu \ln \frac{r_k}{r_c} p_{ат}} \left((p_k^2 - p_c^2) - (p_k + p_c) \Delta p_0 \right). \tag{12}$$

Здесь для возможности вычисления второго интеграла приведен способ осреднения $p = \frac{p_k + p_c}{2}$.

А теперь покажем, что

$$(p_k - \Delta p_0)^2 - p_c^2 \leq p_k^2 - p_c^2 - (p_k + p_c) \Delta p_0 \leq p_k^2 - (p_c + \Delta p_0)^2. \tag{13}$$

Сначала докажем левую часть неравенства:

$$(p_k - \Delta p_0)^2 - p_c^2 \leq p_k^2 - p_c^2 - (p_k + p_c) \Delta p_0.$$

Действительно, так как $p_0 \geq p_c$, то $p_k + p_0 \geq p_k + p_c \Rightarrow (p_k + p_0) \Delta p_0 \geq (p_k + p_c) \Delta p_0 \Rightarrow$

$$\Rightarrow p_k^2 - p_c^2 - (p_k^2 - p_0^2) \leq p_k^2 - p_0^2 - (p_k + p_c) \Delta p_0, \quad p_0^2 - p_c^2 \leq p_k^2 - p_0^2 - (p_k + p_c) \Delta p_0.$$

Так как $p_0 = p_k - \Delta p_0$, то $(p_k - \Delta p_0)^2 - p_c^2 \leq p_k^2 - p_c^2 - (p_k + p_c) \Delta p_0$.

Докажем правую часть неравенства:

$$\begin{aligned} p_c \leq p_0, \quad p_c \Delta p_0 \leq p_0 \Delta p_0, \\ -p_0 \Delta p_0 - \Delta p_0^2 - p_c \Delta p_0 \leq -2p_c \Delta p_0 - \Delta p_0^2, \\ -(p_0 + \Delta p_0) \Delta p_0 - p_c \Delta p_0 \leq -2p_c \Delta p_0 - \Delta p_0^2. \end{aligned}$$

Подставляя $p_k = p_0 + \Delta p_0$, имеем:

$$\begin{aligned} p_k^2 - p_c^2 - p_k \Delta p_0 - p_c \Delta p_0 \leq p_k^2 - p_c^2 - 2p_c \Delta p_0 - \Delta p_0^2, \\ p_k^2 - p_c^2 - (p_k + p_c) \Delta p_0 \leq p_k^2 - (p_c + \Delta p_0)^2. \end{aligned}$$

Учитывая доказанное неравенство (13), можно для фильтрации газа в пористой среде с учетом начального градиента написать следующее неравенство:

$$\begin{aligned} \frac{2\pi kh}{\mu p_{ат} \ln \frac{r_k}{r_c}} \int_{p_c}^{p_k - \Delta p_0} p dp - \frac{2\pi kh}{\mu p_{ат} \ln \frac{r_k}{r_c}} \left(\frac{p_k^2 - p_c^2}{2} - \gamma_0 \int_{r_c}^{r_k} p dr \right) \leq \frac{2\pi kh}{\mu p_{ат} \ln \frac{r_k}{r_c}} \int_{p_c + \Delta p_0}^{p_k} p dr, \\ \frac{2\pi kh}{\mu p_{ат} \ln \frac{r_k}{r_c}} \int_{p_c}^{p_k - \Delta p_0} p dp \leq Q_{ат} \leq \frac{2\pi kh}{\mu p_{ат} \ln \frac{r_k}{r_c}} \int_{p_c + \Delta p_0}^{p_k} p dp \end{aligned} \tag{14}$$

$$Q_{ат1} \leq Q_{ат2} \leq Q_{ат3}.$$

В таблице 1 приведены результаты расчетов для каждого из этих дебитов. Как видно из табл. 1, они почти полностью совпадают. Разность между ними находится в пределах 0,1 %. Последнее показывает, что при фильтрации газа в пористой среде с учетом начального градиента также можно использовать закон Дарси, учитывая влияние начального градиента, задавая условие на пределах интегрирования.

А теперь попытаемся доказать это утверждение в наиболее общем виде. Анализ существующих в литературе работ показал, что для прогнозирования дебита лучше всего подходит методика, разработанная в [2,3,4,5], так как в ней наиболее полно учитываются все вышеперечисленные факторы. Согласно этой методике уравнение стационарного притока флюида к скважине представляется в виде:

$$q + q^2 \Phi_c = \eta_{nl} (H_{nl} - H_c),$$

$$\text{где } H_{nl} - H_c = \int_{p_c}^{p_{nl}} f(p) dp, \quad f(p) = \frac{f(p)}{f(p_{nl})}. \tag{15}$$

Здесь для реального газа и газоконденсатной смеси в условиях $p > p_{нк}$

$$f(p) = \frac{k(p)h(p)p}{\mu_r(p)z(p)}, \eta_{пл} = \frac{2\pi K_{пл} h_{пл} \beta p_{пл}}{\mu_{r,пл} z_{пл} p_{ат} \ln \frac{r_k}{r_c}}; \tag{16}$$

для газоконденсатной смеси в условиях $p < p_{нк}$

$$f(p) = \frac{2\pi F_r(\sigma_{кпл}) k_{пл} h_{пл} \beta p_{пл} [1 - c(p_{пл}) \gamma(p_{пл})]}{\mu_{кпл} z_{кпл} p_{ат} \ln \frac{r_k}{r_c}} + \frac{2\pi F_k(\sigma_{кпл}) k_{пл} s_{кпл} h_{пл}}{\mu_{кпл} a_{кпл}}. \tag{17}$$

Здесь p, σ_k – соответственно текущее давление и насыщенность пласта конденсатом в любой точке пласта; q – дебит скважины; Φ_c – коэффициент, характеризующий нарушение линейного закона фильтрации; η – коэффициент продуктивности скважин; $k(p), F(\sigma_k), h(p)$ – соответственно абсолютная, фазовая проницаемости и действующая толщина пласта; $\mu(p), z(p)$ – вязкость и сжимаемость газа; $c(p), \gamma(p)$ – соответственно содержание конденсата в газовой среде и отношение удельных весов конденсата в жидкой и газовой фазах в нормальных условиях; $s(p)$ – растворимость газа в конденсате, $a_k(p)$ – объемный коэффициент конденсата; β – температурная поправка; $p_{нк}$ – давление начала конденсации газоконденсатной смеси.

Индексом «пл» обозначены величины соответствующих параметров при пластовых давлениях $p_{пл}$.

Для однофазной нефти

$$f_n(p) = \frac{k(p)h(p)p(p)}{\mu(p)}, \eta_{пл} = \frac{2\pi k(p_{пл})h(p_{пл})\rho(p_{пл})}{\mu_n(p_{пл})\rho_{ат} \ln \frac{r_k}{r_c}}. \tag{18}$$

Для жидкой фазы газированной нефти

$$f_{гн}(p) = F_n^*(\sigma_n) f_n(p), \eta_{плгн} = \eta_{пл} \cdot F_n(\sigma), \bar{F}_n(\sigma_n) = \frac{F(\sigma_n)}{F(\sigma_{нпл})}. \tag{19}$$

Здесь p и σ – соответственно текущее давление и насыщенность коллектора флюидом в произвольной точке пласта; η – коэффициент продуктивности скважины, $k(p), F_n(\sigma), h(p)$ – соответственно абсолютная и фазовая проницаемости и действующая толщина пласта; $\mu(p), \rho(p)$ – вязкость и плотность флюида.

Для вывода основной расчетной формулы для всех этих разных случаев с учетом влияния изменения физических свойств флюида и коллектора примем, что зависимость комплекса параметров от депрессии можно в наиболее общем случае аппроксимировать многочленом степени n , т. е.

$$f(p) = 1 + \sum_{i=1}^n C_i (p_k - p)^i. \tag{20}$$

С целью вывода уравнения притока с начальным градиентом давления формулу

$$v = \frac{k}{\mu} \left(\frac{dp}{dr} - \gamma_0 \right), \frac{dp}{dr} > \gamma_0 \tag{21}$$

преобразуем в следующий вид:

$$v = \frac{k(p)}{\mu(p)} \frac{dp}{dr} - \frac{k(p)}{\mu(p)} \gamma_0. \tag{22}$$

$$\frac{dp}{dr} = \frac{\mu(p)}{k(p)} v + \frac{\rho(p)}{l(p)} v^2,$$

то, проводя аналогичные преобразования, получаем выражение [4]:

$$q + q^2 \Phi(p_c) = A_o \Delta p \left[1 + \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{1+i} (\Delta p)^i \right] - A_o \int_{r_c}^{r_k} \gamma_0 f(p) dr. \tag{23}$$

Таблица 1

rk, м	гс, м	ΔP0, МПа	κ/μ, м ² /МПа · с	ΔP, МПа	Qat1 ед.измер т/сут	Qat2 ед.измер т/сут	Qat3 ед.измер т/сут	(Q1-Q3/Q3)*100	(Q2-Q3/Q3)*100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1000	0.1	1	0.002	1	0	0	0		
1000	0.1	1	0.002	1.2	97533.35	97768.99	97651.17	-0.1207	0.12066
1000	0.1	1	0.002	1.4	195490.9	195962.1	195726.5	-0.1204	0.12039
1000	0.1	1	0.002	1.6	293872.5	294579.5	294226	-0.1201	0.12013
1000	0.1	1	0.002	1.8	392678.3	393620.9	393149.6	-0.1199	0.11988
1000	0.1	1	0.002	2	491908.3	493086.6	492497.4	-0.1196	0.11962
1000	0.1	1	0.002	2.2	591562.5	592976.4	592269.4	-0.1194	0.11936
1000	0.1	1	0.002	2.4	691640.8	693290.3	692465.5	-0.1191	0.1191
1000	0.1	1	0.002	2.6	792143.3	794028.4	793085.8	-0.1188	0.11885
1000	0.1	1	0.002	2.8	893069.9	895190.7	894130.3	-0.1186	0.1186
1000	0.1	1	0.002	3	994420.7	996777.1	995598.9	-0.1183	0.11834
1000	0.1	1	0.002	3.2	1096196	1098788	1097492	-0.1181	0.11809
1000	0.1	1	0.002	3.4	1198395	1201222	1199809	-0.1178	0.11784
1000	0.1	1	0.002	3.6	1301018	1304081	1302550	-0.1176	0.11759
1000	0.1	1	0.002	3.8	1404065	1407364	1405715	-0.1173	0.11734
1000	0.1	1	0.002	4	1507537	1511072	1509304	-0.1171	0.1171
1000	0.1	1	0.002	4.2	1611433	1615203	1613318	-0.1168	0.11685
1000	0.1	1	0.002	4.4	1715753	1719759	1717756	-0.1166	0.1166
1000	0.1	1	0.002	4.6	1820497	1824738	1822618	-0.1164	0.11636
1000	0.1	1	0.002	4.8	1925665	1930142	1927904	-0.1161	0.11612
1000	0.1	1	0.002	5	2031257	2035970	2033614	-0.1159	0.11587
1000	0.1	1	0.002	5.2	2137274	2142223	2139748	-0.1156	0.11563
1000	0.1	1	0.002	5.4	2243715	2248899	2246307	-0.1154	0.11539
1000	0.1	1	0.002	5.6	2350580	2355999	2353289	-0.1152	0.11515
1000	0.1	1	0.002	5.8	2457869	2463524	2460696	-0.1149	0.11492
1000	0.1	1	0.002	6	2565582	2571473	2568527	-0.1147	0.11468
1000	0.1	1	0.002	6.2	2673719	2679846	2676783	-0.1144	0.11444
1000	0.1	1	0.002	6.4	2782281	2788643	2785462	-0.1142	0.11421
1000	0.1	1	0.002	6.6	2891266	2897864	2894565	-0.114	0.11397
1000	0.1	1	0.002	6.8	3000676	3007510	3004093	-0.1137	0.11374
1000	0.1	1	0.002	7	3110510	3117580	3114045	-0.1135	0.11351
1000	0.1	1	0.002	7.2	3220768	3228073	3224421	-0.1133	0.11328
1000	0.1	1	0.002	7.4	3331451	3338991	3335221	-0.113	0.11305
1000	0.1	1	0.002	7.6	3442557	3450333	3446445	-0.1128	0.11282
1000	0.1	1	0.002	7.8	3554088	3562100	3558094	-0.1126	0.11259
1000	0.1	1	0.002	8	3666043	3674290	3670166	-0.1124	0.11236
1000	0.1	1	0.002	8.2	3778422	3786905	3782663	-0.1121	0.11213
1000	0.1	1	0.002	8.4	3891225	3899944	3895584	-0.1119	0.11191
1000	0.1	1	0.002	8.6	4004452	4013406	4008929	-0.1117	0.11168
1000	0.1	1	0.002	8.8	4118103	4127294	4122698	-0.1115	0.11146
1000	0.1	1	0.002	9	4232179	4241605	4236892	-0.1112	0.11123
1000	0.1	1	0.002	9.2	4346679	4356340	4351510	-0.111	0.11101
1000	0.1	1	0.002	9.4	4461603	4471500	4466551	-0.1108	0.11079
1000	0.1	1	0.002	9.6	4576951	4587084	4582017	-0.1106	0.11057
1000	0.1	1	0.002	9.8	4692723	4703091	4697907	-0.1104	0.11035

Здесь U — является скоростью флюида. Если мы в качестве закона фильтрации возьмем двучленный закон фильтрации:

Здесь l — коэффициент макрошероховатости, характеризующий структуру порового пространства; ρ — плотность; $\Phi(p_c)$ — коэффициент, характеризующий двучленный закон фильтрации; A_0 — начальное значение коэффициента продуктивности. В работе [4, 5] показано, что формула (23) после несложных преобразований принимает вид:

$$q + q^2 \Phi(p_c) = A_0 (\Delta p - \Delta p_0) + A_1 (\Delta p^2 - \Delta p_0^2) + A_2 (\Delta p^3 - \Delta p_0^3) + \dots + A_n (\Delta p^{n+1} - \Delta p_0^{n+1}). \quad (24)$$

При $\Phi(p_c) = 0$ получаем:

$$q = A_0 (\Delta p - \Delta p_0) + A_1 (\Delta p^2 - \Delta p_0^2) + \dots + A_n (\Delta p^{n+1} - \Delta p_0^{n+1}). \quad (25)$$

Последние две формулы можно получить не учитывая в формулах \mathcal{Y}_0 , то есть используя двучленный закон фильтрации и учитывая влияние начального градиента, задавая условие для давления в пределах интегрирования:

$$q + q^2 \Phi(p_c) = A_0 \int_{p_c + \Delta p_0}^{p_k} \bar{f}(p) dp = A_0 \int_{p_c + \Delta p_0}^{p_k} (1 + C_1(p - p_0) + \dots + C_n(p - p_0)^n) dp = A_0 \Delta p \left[1 + \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{i+1} (\Delta p - \Delta p_0)^i \right].$$

Таким образом,

$$q + q^2 \Phi(p_c) = A_0 \Delta p \left[1 + \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{i+1} (\Delta p - \Delta p_0)^i \right] \quad (26)$$

или при $\Phi(p_c) = 0$

$$q = A_0 \Delta p \left[1 + \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{i+1} (\Delta p - \Delta p_0)^i \right]. \quad (27)$$

Здесь $A_1 = A_0 \cdot \frac{C_1}{2}$, $A_2 = A_0 \frac{C_2}{3}$, \dots , $A_n = A_0 \frac{C_n}{n+1}$.

Как видно, формулы (26) и (27) полностью совпадают с (24) и (25), что и следовало доказать.

Литература:

1. Ф. Х. Мирзаджанзаде, А. Г. Ковалев, Ю. В. Зайцев. Особенности эксплуатации месторождений аномальных нефтей. — М.: Недра, 1972. — с. 200.
2. Абасов, М. Т., Азимов Э. Х. К методике обработки индикаторных линий скважин // Докл. АН Аз. ССР. — 1987. — Т. 43. — № 4. — с. 33–37.
3. Методика интерпретации индикаторных линий газовых и газоконденсатных скважин / Э. Х. Азимов, В. Н. Аллахвердиев, Л. М. Билаллы, И. Р. Гасанов // Азерб. нефт. хоз-во. — 1987. — № 5. — с. 24–28.
4. Гасанов, И. Р., Таирова С. А., Гасанов Р. И. Изучение особенностей проявления не-newтоновских свойств углеводородов в процессе разработки и исследования методом установившихся отборов // Молодой ученый: Международный научный журнал. — Казань. — № 22. — 2016. — с. 24–28.
5. Гасанов, И. Р., Таирова С. А., Гасанов Р. И. Методика интерпретации индикаторных линий скважин, добывающих углеводороды с аномальными свойствами // Научно-технический вестник. — Тверь: Каротажник. — № 1. — 2017. — с. 62–68.

Вопросы обеспечения стабильности и безопасности работы энергопроизводящего оборудования, в том числе и за счёт различных инновационных аспектов кибербезопасности

Лившиц Давид Иосифович, кандидат технических наук, главный технический директор
Turbulent Energy, Inc (Буффало, Нью-Йорк, США)

Энергопроизводящее оборудование при эксплуатации является достаточно автономным и вопросы оперативного управления и онлайн контроля вполне могут быть решены в рамках мощностей их внутренних процессоров и контроллеров.

Во многих случаях вопросы компьютерного моделирования параметров рабочего цикла такого оборудования при правильной и экономной постановке задачи также могут быть решены за счёт вышеуказанных ресурсов.

Израильская Электрическая компания располагает значительными инженерными ресурсами для оптимизации процессов производства электроэнергии в том числе и с применением новейших топливных смесей из дизельного топлива и метанола, с тенденцией наращивания пропорций метанола в топливной смеси вплоть до 95–100%.

Изменение типа и вида топлива требуют оперативной перестройки работы всех контрольных и управляющих систем и загрузки на эти системы специального программного обеспечения, учитывающего все нюансы и изменения в параметрах работы оборудования и настройках и калибровке систем управления и контроля.

В производственных условиях необходимы методы и устройства защиты, которые, не усложняя привычных для эксплуатационников схем, вместе с тем могут обеспечить реальную и полную защиту контрольному и управляющему оборудованию, при сохранении практически всех схемных, кинематических и принципиальных элементов устройства, с привнесением новых элементов, не требующих при адаптации изменения базового оборудования.

Производственный опыт и практика показали, что требуются мобильные и очень простые системы, которые могут обеспечить работу оборудования в автономном режиме, не вовлекая в схемы дополнительные носители информации.

Во время поиска и анализа существующих систем защиты, специалисты Израильской Электрической компании пришли к выводу, что наиболее экономным и эффективным должна стать система защиты носителей информации, не требующая каких — либо существенных изменений в конструкциях и схемных решениях энергопроизводящего оборудования.

Израильская Электрическая компания является пионером в области использования метанола в качестве альтернативного топлива для энергопроизводящих газовых турбин

Турбины такой мощности (20–25 мегаватт) используют в качестве основного топлива — дизельное топливо номер 2.

Одной из оригинальных задач, которые ставила перед собой группа разработчиков новой инновационной технологии, явилась задача использования, так называемой энергии испарения, которая у метанола является самой высокой, по сравнению с другими видами применяемого жидкого топлива.

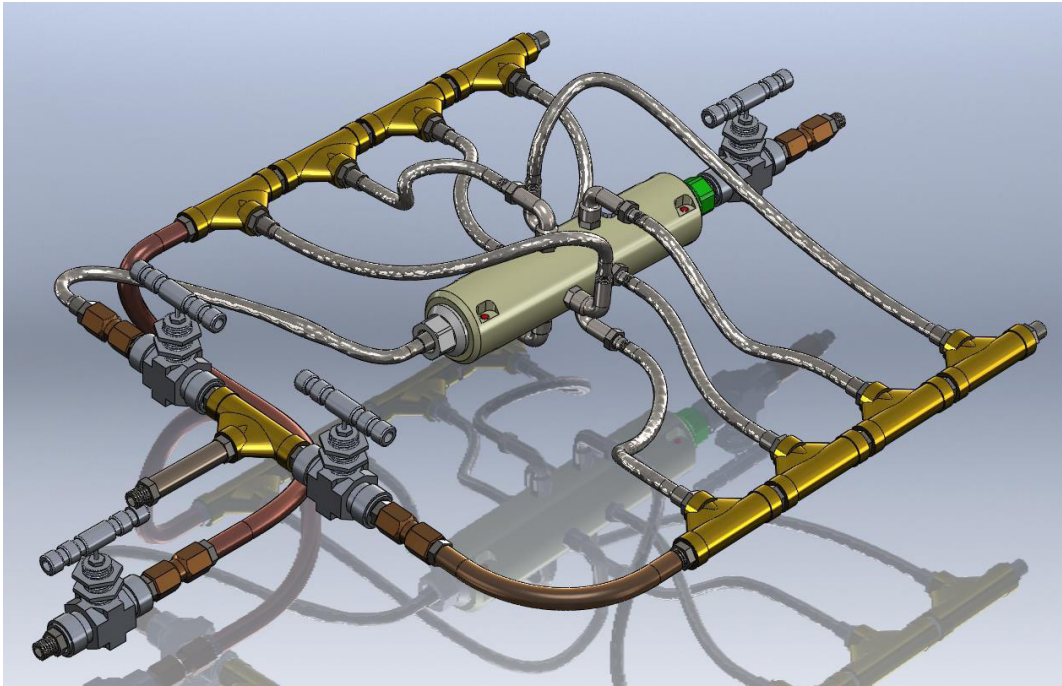
Для реализации этой и других инновационных задач были использованы различные варианты модификаций и оптимизаций топливной системы турбины, которые кроме вариантов полной замены дизельного топлива на метанол, содержали и инновационные варианты динамического смешивания метанола с небольшими пропорциями обычного дизельного топлива.

Это смешивание в принципе помогало снизить влияние на процесс сгорания от некоторых свойств метанола, — в первую очередь напрямую связанных с относительно низкой температурой пламени у метанола.

Так как в эксплуатации сегодня находятся сотни и тысячи турбин с длительным периодом эксплуатации, на которых в качестве топлива используются также и тяжёлое дизельное топливо, как например, — мазут, и природный газ и угольная пыль и другие варианты топлива и топливных смесей, имеет смысл при анализе остановиться на различиях в системах адаптации устройств для динамического смешивания метанола с этими видами топлива и анализе и самих устройств для смешивания.

При опытных проверках и квалификационных испытаниях были проверены принципиальные технические решения таких устройств, имеющих некоторые отличия в зависимости от вида используемого топлива и количества смешиваемых компонентов топлива.

При этом, не смотря на высокий уровень унификации и стандартизации систем подготовки топлива и топливных смесей, это не снижает в целом зависимости всей инфраструктуры термодинамического оборудования от мобильности и эффективности систем управления, контроля и калибровки, включая оперативную адаптацию всех подаваемых и посылаемых сигналов в режиме реального времени.



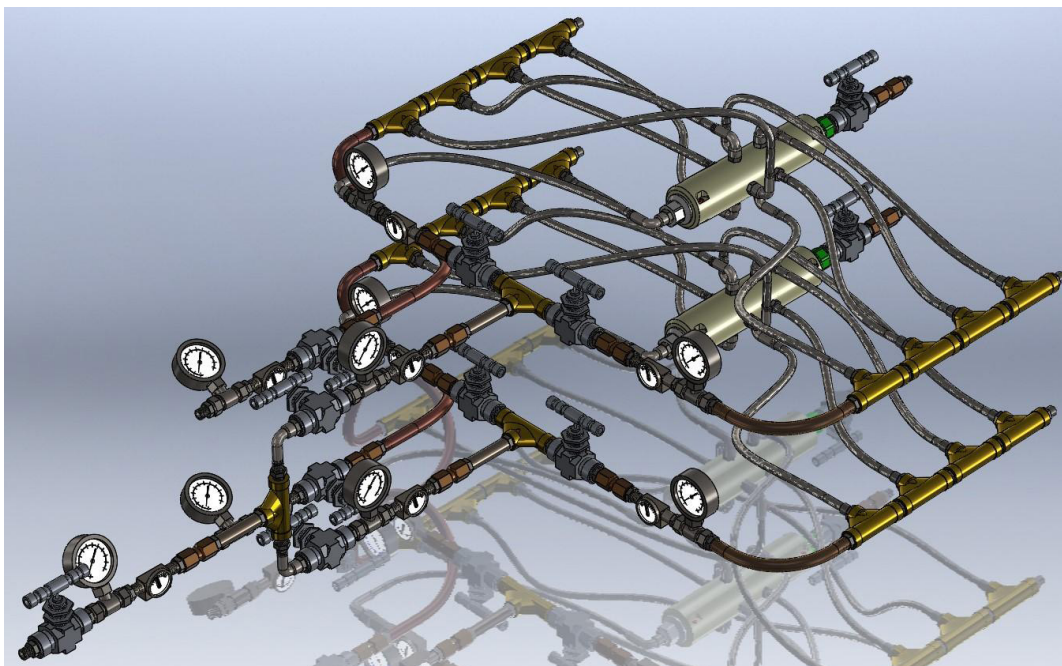
На первом фото представлена трёхмерная модель устройства для динамического смешивания дизельного топлива с метанолом непосредственно в топливной магистрали термодинамического оборудования.

Устройство предельно простое и даже в таком исполнении может иметь по крайней мере два варианта использования, — как в качестве статического миксера (в устройстве нет подвижных частей) так и в качестве статического онлайн устройства для гомогенизации топлива или топливной смеси непосредственно в топливной магистрали

Ввиду особой уникальности и сложности энергопроизводящего оборудования, введение в его состав даже такого компактного и простого устройства, требует адекватной корректировки его рабочих характеристик, что в свою очередь приводит к необходимости менять программные устройства процессоров и бортовых ЭВМ.

Процесс такой замены является с точки зрения механической и гидравлической инсталляции абсолютно стандартным и не вызывает никаких осложнений, но с точки зрения компьютерной безопасности, временная пауза необходимая для корректировки или замены программы, является именно тем окном и каналом, по которому компьютерные вирусы могут проникнуть в систему управления и контроля термодинамическим оборудованием.

Учитывая инерционность такой системы, можно предположить, что заметить такое проникновение будет возможно по прошествии некоторого времени, в течении которого могут быть выведены из строя наиболее важные узлы оборудования.



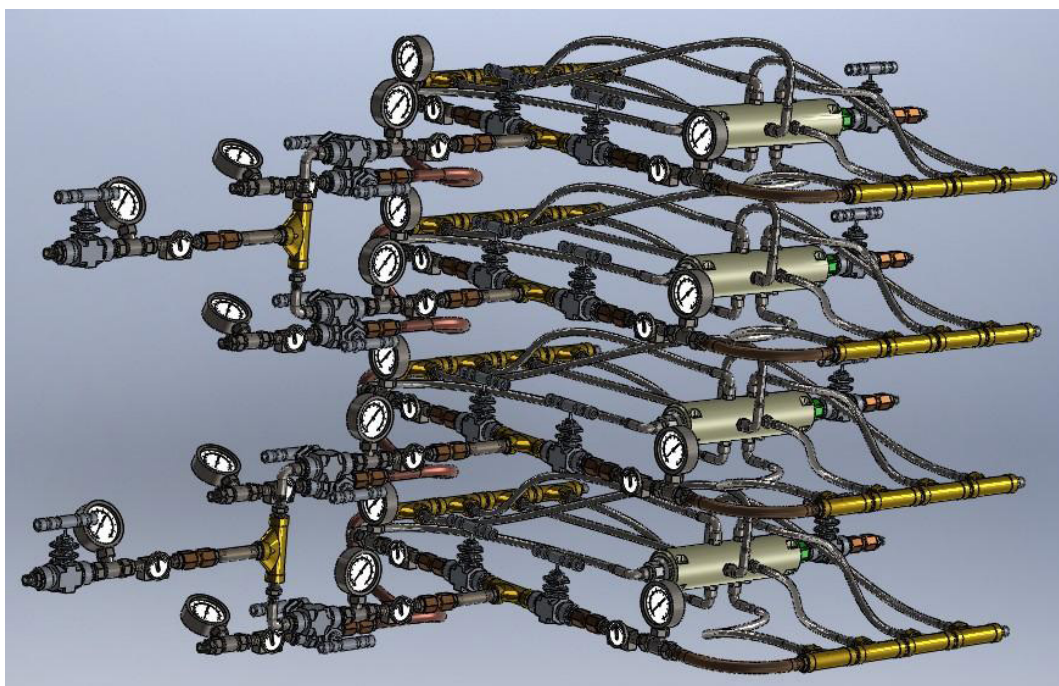
Кроме того, если с оборудованием адаптируется двоякая смешивающая система, то соответствующий риск практически удваивается, а кроме того, если в системе имеется ещё и рециркуляция избыточного топлива, то под воздействием враждебной программы может оказаться в несколько раз больше узлов и механизмов, что ещё больше может увеличить риск модернизации.

В реальной обстановке очень часто есть необходимость в значительно большем объёмном или весовом расходе топлива, так как если сравнить энергетическую теплотворную способность метанола и, например, дизельного топлива, то у метанола такой показатель в два раза меньше чем у дизельного топлива, что требует при модернизации увеличения расхода топлива в два с лишним раза.

Это ещё больше усложняет процесс модернизации и заставляет иметь в системе в два раза больше устройств со всеми необходимыми элементами контроля и управления

Такая система требует ещё больших затрат мощности и ёмкости процессоров и программируемых контроллеров, что подтверждает корректность предыдущих выводов

На следующем фото показана такая четверённая система, имеющая в составе 4 независимых и в принципе, при необходимости и автономных устройств.



В последнее время также появились мощные и производительные системы, которые в принципе могут заменить многоэлементные при тех же или более эффективных термодинамических показателях.

На следующем фото показана такая система, производительностью в 1000 литров в час.

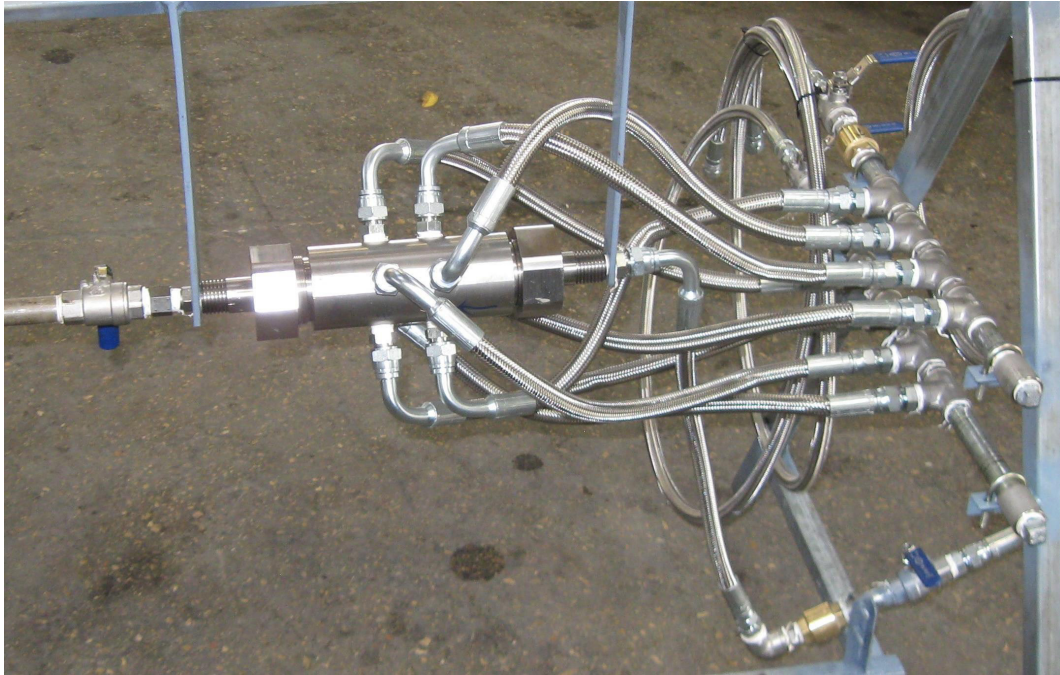
В этой системе, несмотря на то, что в ней имеется всего 3 внешних ввода и один вывод, специфика управления, контроля и гидродинамической координации, требует не меньших объёмов контрольно-управляющих операций и соответствующих потенциалов систем управления, контроля и моделирования рабочего цикла термодинамического оборудования.

То есть важность качественной и гарантированной защиты оперативных загрузок программных контрольно-управляющих компонентов в контрольно-управляющие и контрольно-аналитические средства остаётся на высшем уровне вне зависимости от типа и вида устройства для смешивания топливных смесей.

Если рассмотреть исходные технические требования к таким системам, то можно выделить следующие:

- носители информации должны иметь оригинальную системную защиту;
- носители информации должны иметь систему и методику идентификации эквивалентную системам считывания информации в процессорной и бортовой компьютерной технике;
- идентификационный код должен наноситься на носитель информации таким образом, чтобы не изменять стандартную форму и размеры стыковочных элементов носителя информации;
- идентификационный код должен иметь только один контрольно-измерительный параметр
- идентификация этого параметра должна осуществляться без контакта.

Выше перечислены некоторые характерные требования, но комплексное соответствие этим требованиям в сегодняшних условиях не обеспечивается наличием мобильных носителей информации, которые обладают хотя бы некоторыми из указанных свойств.



В этой связи необходимо отметить тот факт, что ознакомившись с интереснейшими публикациями Член-корреспондента Украинской Академии наук Андрея Черкашина по этой тематике, наша рабочая группа признала крайне необходимым испытать систему кодирования носителей информации в соответствии с его предложениями и рекомендациями (см. приложения — 1, 2, 7).

Как видно из указанных публикаций, разработки Андрея Черкашина в этой области в комплексе обеспечивают соответствие всем вышеперечисленным техническим требованиям и ещё довольно значительному количеству как независимых требований и их сочетаний, так и новым требованиям, открывающим новое и перспективное технологическое поле, — магнитно-резонансного, бесконтактного метода контроля и нано-измерений.

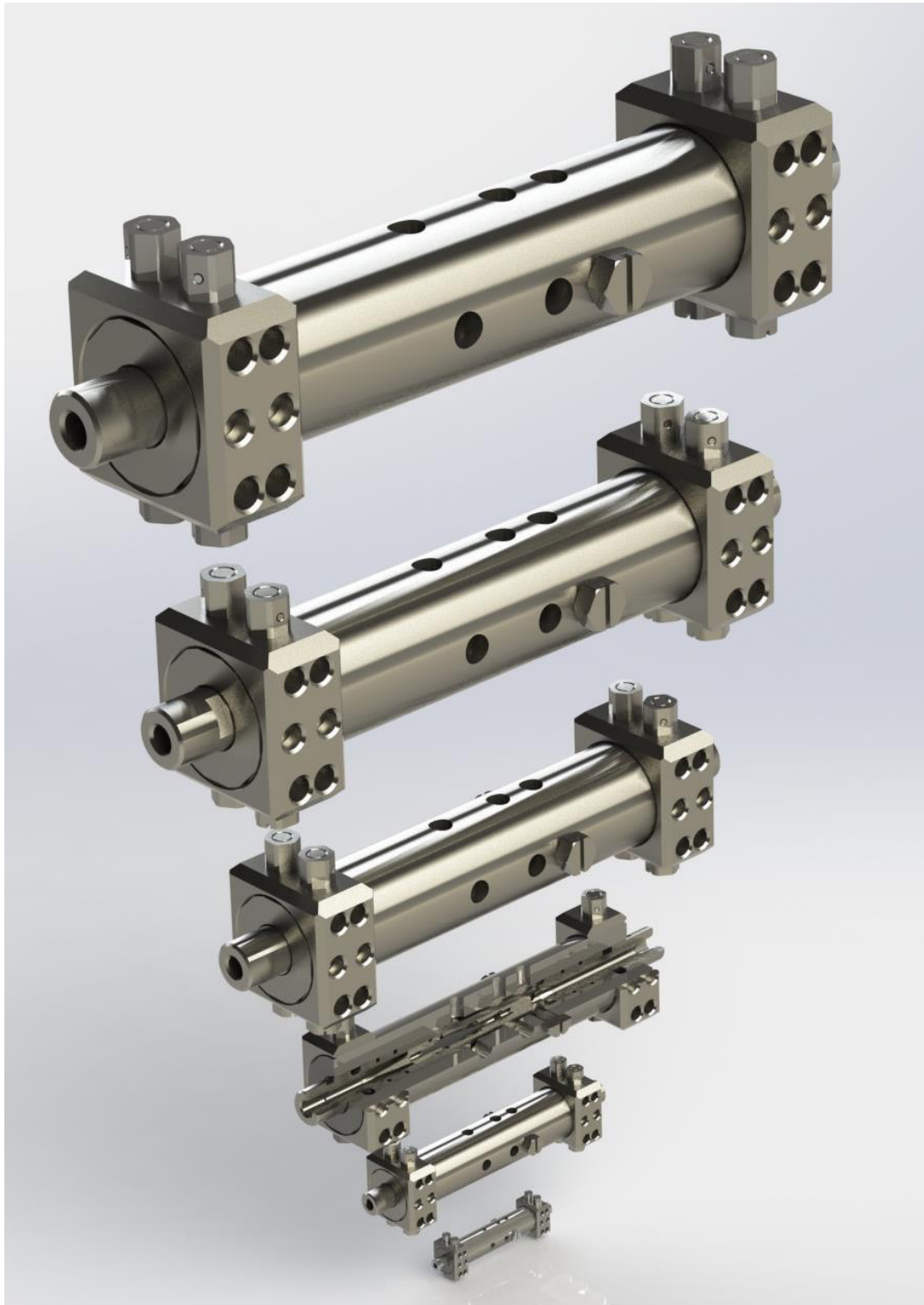
При этом как специалисту в области эксплуатации энергопроизводящего промышленного оборудования, мне представляется наиболее эффективным распространение этого метода среди производителей и пользователей специальной компьютерной техники для электростанций.

Ввиду того, что оборудование для смешивания и подготовки топливных смесей имеет очень чёткий и действенный масштабный фактор, то можно предположить, что благодаря этому, систему кодирования можно внедрить, практически во всех областях энергетики, не только в турбинах, но и в дизель — генераторах, бойлерах, теплоэлектроцентралях и другом термодинамическом оборудовании.

На следующем фото показаны трёхмерные модели устройства для динамического смешивания размещённые по размерному и масштабному факторам, где самые маленькие системы могут быть инсталлированы в бытовые машины, а самые большие могут обеспечить работу с расходом топлива в десятки тысяч литров в час.

Предложение Андрея Черкашина, позволяет расширить области интеграции энергетических инновационных проектов, что в масштабах только одной электрической станции мощностью в несколько десятков мегаватт может дать экономию в сотни тысяч долларов в год, при обеспечении максимально — возможной и эффективной защиты схем и систем управления энергетического оборудования.

Кроме того, в современной энергетике, такое предложение говорит об оригинальности замысла, мышления и уникальной экстраординарности нового, инновационного технологического и программного направления, позволяющего, при сравнительно небольших затратах, обеспечить решение наиболее проблемного вопроса современной энергетики, — обеспечение надлежащего уровня компьютерной безопасности.



**United States Patent Application
Kind Code****20110069579
A1
March 24, 2011**

FLUID MIXER WITH INTERNAL VORTEX

Abstract

The present disclosure generally relates to a fluid mixer, a system for mixing fluids utilizing the fluid mixer, and a method of mixing fluids using the fluid mixer or the system for mixing fluids, and more specifically, to a compact static mixing device with no moving parts and capable of mixing any fluid, such as air, nitrogen gas, water, oil, polluted water, and the like. A first pressurized, incoming fluid is accelerated locally by a section reduction, is split into streams, and then is released into a second fluid found in a closed volume or an open volume after a period of stabilization. The directed and controlled first fluid slides along an insert up to directional and angled fins at a vortex creator where suction forces from a self-initiating vortex in an internal cavity draws in at least part of the first fluid to fuel the vortex. The compactness and simplicity of the fluid mixer with internal vortex can be used alone within a closed volume in a conduit, in a sprayer, or within a fixed geometry to direct the mixing vortex to specific dimensions. One or more fluid mixers can also be used in an open volume such as a reservoir, a tank, a pool, or any other fluid body to conduct mixing. The technology alone, as part of a multi-mixer system, or as a method of mixing using the fluid mixer with internal vortex is contemplated to be used in any field where mixing occurs.

**United States Patent Application
Kind Code****20100243953
A1
September 30, 2010**

Method of Dynamic Mixing of Fluids

Abstract

Methods are provided for achieving dynamic mixing of two or more fluid streams using a mixing device. The methods include providing at least two integrated concentric contours that are configured to simultaneously direct fluid flow and transform the kinetic energy level of the first and second fluid streams, and directing fluid flow through the at least two integrated concentric contours such that, in two adjacent contours, the first and second fluid streams are input in opposite directions. As a result, the physical effects acting on each stream of each contour are combined, increasing the kinetic energy of the mix and transforming the mix from a first kinetic energy level to a second kinetic energy level, where the second kinetic energy level is greater than the first kinetic energy level.

**United States Patent Application
Kind Code****20100281766
A1
November 11, 2010**

Dynamic Mixing of Fluids

Abstract

Methods, systems, and devices for preparation and activation of liquids and gaseous fuels are disclosed. Method of vortex cooling of compressed gas stream and water removing from air are disclosed.

**United States Patent Application
Kind Code****20120102736
A1
May 3, 2012**

MICRO-INJECTOR AND METHOD OF ASSEMBLY AND MOUNTING THEREOF

Abstract

The invention relates to a compact device for producing a composite mixture made of two or more fluids, and for aerating and energizing the composite and injecting it into a volume, and more specifically a micro-fuel injector mixing water, air, or any other types of fluid before it is injected into a volume such as a combustion chamber of an engine made of stackable mechanical elements, and the method of assembly and mounting thereof.

Литература:

1. Черкашин, А. О. Защитное кодирование оптических дисков и цифровых внешних носителей информации // Молодой ученый. — 2017. — № 36. — с. 7–15.
2. Черкашин, А. О. Дальнейшее развитие комплексных технологий защитного кодирования оптических дисков, цифровых внешних носителей информации и гибридных дисков // Молодой ученый. — 2017. — № 36. — с. 25–37.
3. Черкашин, А. О. Защита процессорной техники на энергопроизводящих системах в условиях современных электростанций // Молодой ученый. — 2017. — № 45.

Роль защитных оконных пленок в обеспечении благоприятных условий труда

Лобовко Александр Владимирович, ведущий специалист
Представительство American Standard Window Film на Крите (Греция)

Закон РФ «Об охране труда» требует от любого работодателя обеспечения благоприятных условий труда для работников. В комплекс благоприятных условий труда входят, в частности, микроклимат, освещенность, защита от травматизма. Рассмотрим, как могут эти показатели быть обеспечены с помощью современных технологий нанесения защитных покрытий на оконное стекло.

Защита от травматизма. На некоторых предприятиях потенциальная опасность производственного травматизма связана с возможностью разбития стекла и поражения работников и других лиц осколками стекла. Такая ситуация существует в организациях, связанных с работой с детьми, а также на производственных предприятиях. Установка защитных металлических сеток снижает освещенность, а также ухудшает условия психологического комфорта. Альтернативным решением проблемы является нанесение на оконные стекла защитных упрочняющих пленок. Достаточно использовать упрочняющие пленки толщиной 56...224 мкм. Такие пленки рекомендуются к установке при необходимости защиты: а) от поражения осколками стекла; б) от мелкого хулиганства. Эти стекла не защитят от проникновения в помещение, но для целей охраны труда этого и не требуется. Ударостойкость стекол при наличии защитной пленки становится вполне достаточной: по данным испытаний [1] обычное стекло толщиной 4 мм, покрытое пленкой толщиной 112 мкм имеет ударную прочность 20,4 Дж, что равноценно ударопрочности триплекса.

Улучшение условий освещения. Наилучшим для зрения работников считается естественное освещение, однако слишком яркий свет создает дискомфорт для глаз, а также может вызывать блики из-за отражения на стеклянных и полированных поверхностях. Все это понижает работоспособность. Для снижения яркости прямого и отраженного света до требуемой величины с одновременным сохранением достаточной прозрачности оконных проемов может применяться тонирующая оконная пленка, позволяющая уменьшить яркость света в пределах 20...80% [2],

что существенно облегчает работу с монитором, чтение и другие виды работ.

Применение тонирующих пленок обеспечивает эффективную защиту работников от вредного воздействия ультрафиолетового излучения, отсекая его на 98–99%.

Проблема обеспечения микроклимата в помещениях часто является трудноразрешимой, особенно в условиях холодного климата и при недостаточном теплоснабжении. Согласно санитарным нормам, в производственных помещениях, где работа выполняется сидя (например, в офисах), в зимнее время должна поддерживаться температура воздуха 21–24 °С. Даже при условии обеспечения качественного отопления часть тепла обязательно теряется через ограждающие конструкции. По некоторым подсчетам [3] определено, что теплотери через остекленные поверхности составляют 30–60% от суммарных потерь. Согласно [4] коэффициент сопротивления окон теплопередаче должен быть не менее 0,6 м²·К/Вт для первой климатической зоны и 0,75 м²·К/Вт для второй климатической зоны [4, с. 12]. Данные нормы принимаются для площади остекления здания менее 25%. Фактически в настоящее время площадь остекления типового офисного помещения составляет обычно до 30–35%. Соответственно на 13–24% (в зависимости от климатической зоны) возрастает и требуемое сопротивление окон теплопередаче. Таким образом, из-за утечек тепла через прозрачные поверхности увеличивают расходы на обогрев помещений зимой до 70%, а на кондиционирование летом до 40% [1].

Потери тепла через стекло на тепловое излучение (66% от общих потерь) можно практически исключить с помощью энергосберегающих (низкоэмиссионных) покрытий, которые сейчас используются во многих странах мира.

Для повышения энергосберегающей способности стекла необходимо повысить его способность отражать длинноволновое тепловое излучение (длина волны 5–25 мкм). Эта способность тем выше, чем меньше величина

эмисситента: например, эмисситент обыкновенного оконного стекла составляет 0,82–0,84, у низкоэмиссионных покрытий — 0,17–0,2.

Сравнительные характеристики окон разных типов приведены в табл. 1.

Таблица 1. Сравнительные характеристики теплопотерь через окна разной конструкции

Тип окна	Коэффициент сопротивления теплопередаче R_T	Удельные потери тепла q , Вт/м ²	Потери тепла через стандартное окно 1x1,6 м Q , Вт
Обычное окно с двойными рамами	0.37	135	216
Стеклопакет (толщина стекла 4 мм)			
—с воздушной прослойкой 16 мм	0.32	156	250
—с аргоновой прослойкой 16 мм	0.34	147	235
—с аргоновой прослойкой 16 мм и твердым теплозащитным покрытием	0.59	85	136
Двухкамерный стеклопакет			
— с воздушными прослойками 6 мм	0.42	119	190
— с аргоновыми прослойками 6 мм	0.44	114	182
—с аргоновой прослойкой 16 мм и твердым теплозащитным покрытием	0.72	69	111

Как видно из таблицы, теплопотери сильно различаются в зависимости от конструкции окна. Разница в теплопотерях между наилучшим вариантом (двухкамерный стеклопакет с 16-миллиметровой аргоновой прослойкой и твердым теплозащитным покрытием) и наихудшим (обычный стеклопакет с 16-миллиметровой воздушной прослойкой) составляет 2,25 раза. На первый взгляд кажется, что стеклопакет с твердым теплозащитным покрытием является оптимальным решением для сохранения тепла. Однако твердое покрытие имеет ряд существенных недостатков. Оно представляет собой полимер на основе оксида олова, который наносится на стекло во время его изготовления при высоких температурах [5]. При этом покрытие становится неотделимой частью стекла, следовательно, его нельзя удалить в случае необходимости. Кроме того, для применения стекол с твердым покрытием требуется полная и очень дорогостоящая замена существующего остекления. С точки зрения охраны труда энергосберегающее стекло имеет очень серьезный недостаток — у него пониженная прозрачность, то есть его применение наносит ущерб освещенности помещения.

Именно учитывая эти недостатки, предпочтительнее использовать энергозащитную пленку. По оценкам экспертов [6, с. 36–37] энергосберегающие пленки позволяют уменьшить потери тепла в 5 раз.

Пленка для окон представляет собой тонкий полимерный композит, состоящий из нескольких слоев, на каждый из которых нанесен полупрозрачный слой металла толщиной 7–10 нм (реже — слой керамики) с помощью плазменного разряда в аргоновой атмосфере. Металлические слои (обычно серебро, иногда алюминий, медь [3]) обладают большим (89–91%) коэффициентом отражения инфракрасного (теплого) излучения. При этом

покрытие имеет высокую (более 80%) прозрачность, которая обеспечивается нанесением между слоями металлов слоев диэлектриков с высокой прозрачностью (диоксиды титана и олова, оксид и сульфид цинка и т. п.). Такое строение обеспечивает прохождение видимого света с длиной волны 380–780 нм. Энергосберегающий эффект пленки при облучении с обеих сторон достигается симметричным расположением металлизированных и диэлектрических слоев (диэлектрик — металл — диэлектрик). Теплосберегающие свойства покрытия возрастают при увеличении числа слоев. Учитывая, что покрытия, содержащие серебро, не обладают достаточной устойчивостью к воздействию внешней среды, нужно либо располагать защитную пленку на стекле покрытием внутрь, либо использовать пленки, легированные другими металлами (медь, золото и др.).

Стоимость энергосберегающей пленки в 3–4 раза меньше стоимости энергосберегающего стекла с твердым покрытием. При этом пленка обеспечивает, кроме энергосбережения, ряд других преимуществ:

- покрытие является прозрачным только для электромагнитного излучения видимого диапазона, не пропуская другие виды излучения — оптическое, акустическое, радиочастотное. Таким образом, пленка выполняет дополнительную функцию шумозащиты и защиты от микроволнового излучения;

- способность задерживать до 99% ультрафиолетового излучения, что уменьшает износ бумажной документации, офисной мебели и драпировок. Это дает дополнительный экономический эффект от использования энергосберегающих пленок;

- повышает ударную прочность стекла до показателя 8 кг/см² [2], то есть в 3–4 раза выше, чем у обыч-

ного стекла. Конечно, сильного удара стекло все равно не выдержит, но благодаря пленке оно становится бесосколочным, уменьшая таким образом возможность производственного травматизма;

— в летний период низкоэмиссионная пленка отражает тепловое излучение Солнца, способствуя поддержанию комфортной температуры в производственном помещении и снижая затраты на кондиционирование воздуха.

Учитывая, что летом средняя плотность потока солнечной радиации по территории Украины составляет около 108 кВт/м^2 за месяц, а защитная пленка отклоняет около 55% солнечной энергии, можно подсчитать удельную экономию на кондиционировании воздуха. При стоимости 1 кВт электроэнергии 1,68 грн экономия на работе кондиционеров составит 99,8 грн/м² за месяц.

Аналогичный расчет снижения затрат за счет применения энергосберегающих пленок можно произвести и для зимнего периода, так как именно во время отопитель-

ного периода достигается максимальная эффективность использования пленки.

В зимнее время сокращение потерь тепловой энергии за счет оклеивания энергосберегающей пленкой, например, стандартного однокамерного стеклопакета, составляет около 6 кВт/м^2 за сутки, то есть 180 кВт/м^2 за месяц. С учетом стоимости тепловой энергии 0,942 грн/кВт экономия на отоплении составит 169,56 грн с 1м² окна.

Таким образом, из рассмотренных материалов видно, что наибольшими достоинствами обладают энергосберегающие пленки, которые одновременно служат и для экономии тепловой и электрической энергии, и для снижения травматизма, и для улучшения условий освещения. Следовательно, при разработке нормативных и методических документов в области охраны труда следует учитывать эти свойства защитных пленок и рекомендовать их к широкому использованию на предприятиях.

Литература:

1. Защитные пленки. Стекла защитные в соответствии ГОСТу Р 51136–98, класс защиты А1, А2, А3. (Электронный ресурс). URL: <http://www.gend.ru/articles/item.aspx?id=-757489421>. Дата обращения 29.10.2017.
2. Энергосберегающие пленки для окон (Электронный ресурс). URL: http://www.teplonis.com/продукция/энергосберегающие_оконные_пленки/энергосберегающие_пленки_на_окна. Дата обращения 29.10.2017.
3. Захаров, А. Н., Ковшаров Н. Ф. и др. Свойства низкоэмиссионных покрытий на основе Ag и Cu, нанесенных на полимерную пленку методом магнетронного распыления // Перспективные материалы. 2012. № 2, с. 62–70
4. ДБН, В. 2.6–31:2016. Телова ізоляція будівель. Київ, 2017. — 30 с.
5. Низкоэмиссионное стекло. (Электронный ресурс). URL: http://www.korqu.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=98:low-issue-glass&catid=46:2010-02-06-09-25-24 Дата обращения 29.10.2017.
6. Сборник энергосберегающих рекомендаций на промышленных предприятиях. Экспертный комитет НП «Гильдия Энергоаудиторов». Московская область, 2011. — 58 с.

Трещины в композите, армированном однонаправленными ортотропными волокнами при продольном сдвиге

Мехтиев Рафаил Керим, кандидат физико-математических наук, доцент
Азербайджанский технический университет (г. Баку)

В статье рассматривается задача механики разрушения о взаимодействии ортотропных упругих включений, поверхность которых равномерно покрыта однородной пленкой, и прямолинейных зон предразрушения со связями между берегами коллинеарных осей абсцисс и ординат в изотропной плоскости. Предложена модель зарождения трещин в композитах с двоякопериодической структурой, основанная на рассмотрении зоны трещинообразования. Принято, что зона трещинообразования представляет собой слой конечной длины, содержащей материал с частично нарушенными связями между отдельными структурными элементами.

Строятся общие представления решений, описывающие класс задач с двоякопериодическим распределением напряжений вне круговых отверстий и прямолинейных трещин. Удовлетворяя граничным условиям на контурах круговых отверстий и берегах трещин, получена бесконечная алгебраическая система и явно сингулярное интегральное уравнение. Затем используя прямые методы, решение интегрального уравнения сведено к конечной алгебраической системе. Численная реализация изложенного способа приведена на IBM. Вычислены

коэффициенты интенсивности напряжений в зависимости от геометрических параметров рассматриваемой среды.

Ключевые слова: двокопериодическая решетка, средние напряжения, граничные условия, продольный сдвиг, линейные алгебраические уравнения, сингулярные уравнения, ортотропные упругие включения, зона предразрушения

Введение. В технике широкое распространение получили волокнистые композиционные материалы, армированные высокопрочными и высокомодульными непрерывными волокнами, в которых армирующие элементы несут основную нагрузку, тогда как матрица передаёт напряжения волокнам. Волокнистые композиционные материалы, как правило, анизотропны. Механические свойства композиционных материалов определяются не только свойствами самих волокон, но и их ориентацией, объёмным содержанием, способностью матрицы передавать волокнам приложенную нагрузку и др.

Интерес к исследованию трещинообразования в композитах напрямую связан с проектированием новых высокопрочных материалов. В связи с этим разработка математических моделей трещин в композитах весьма актуальна. Актуальность таких исследований вызвана широким использованием в технике конструкций и изделий из композиционных материалов. Исследования по разработке математических моделей теоретически описываемого напряженно — деформируемого состояния армированного композита вблизи включения при сдвиге и трещин практически отсутствуют.

Цель работы состоит в разработке новой математической модели трещин сдвига в композите.

Постановка задачи. Пусть двокопериодическая решетка с круговыми отверстиями, имеет радиус λ ($\lambda < 1$) и центры в точках:

$$P_{mn} = m\omega_1 + n\omega_2; (m, n = 0, \pm 1, \pm 2, \dots);$$

$$\omega_1 = 2; \omega_2 = \omega_1 \cdot h e^{i\alpha}; h > 0; Im\omega_2 > 0;$$

Круговые отверстия плоскости (связывающего) заполнены волокнами (шайбами) из другого ортотропного упругого материала, поверхность которых равномерна покрыта однородной цилиндрической пленкой. Плоскость ослаблена двумя периодическими системами прямолинейных трещин (рис. 1). Плоскость подвергнута сдвигу усилиями (сдвиг на бесконечности). Берега трещин свободны от внешних нагрузок, а на композит действуют напряжения $\tau_y = \tau_y^\infty$, $\tau_x = 0$ (продольный сдвиг на бесконечности).

По мере возрастания внешней нагрузки τ_y^∞ в такой среде вокруг отверстий образуются зоны повышенных напряжений, расположение которых имеет двокопериодический характер. На основании симметрии краевых условий и геометрии области D , занятые средой напряжения, являются двокопериодическими функциями с основным периодом ω_1 и ω_2 .

При деформации кусочно-однородного составного тела в случае идеального контакта смежные точки контуров на границе «включение — покрытие», а также «покрытие — плоскость» будут иметь одинаковые перемещения и напряжения.

Напряжения и смещение можно выразить через аналитическую функцию [16]

$$U = V = 0; W = W(x, y)$$

$$\sigma_x = \sigma_y = \sigma_z = \tau_{xy} = 0;$$

$$\tau_{xz} = \mu \frac{\partial W}{\partial x}; \tau_{yz} = \mu \frac{\partial W}{\partial y}; W = \frac{1}{\mu} R s f(z);$$

$$\tau_{xz} - i\tau_{yz} = f'(z) = F(z); \tau_{xz} + i\tau_{yz} = \overline{f'(z)} s^{-i\alpha}.$$

где μ — постоянная материала среды; $i = \sqrt{-1}$.
 Краевые условия поставленной задачи запишем в виде

$$\left(1 + \frac{\mu_1}{\mu_2}\right) f_b(\tau_1) + \left(1 - \frac{\mu_1}{\mu_2}\right) \overline{f_b(\tau_1)} = 2f_c(\tau_1) \tag{1}$$

$$\left(1 + \frac{\mu_1}{\mu_2}\right) f_c(\tau) + \left(1 - \frac{\mu_1}{\mu_2}\right) \overline{f_c(\tau)} = 2f_s(\tau) \tag{2}$$

$$f_s'(t) - \overline{f_s'(t)} = f_x(t) \tag{3}$$

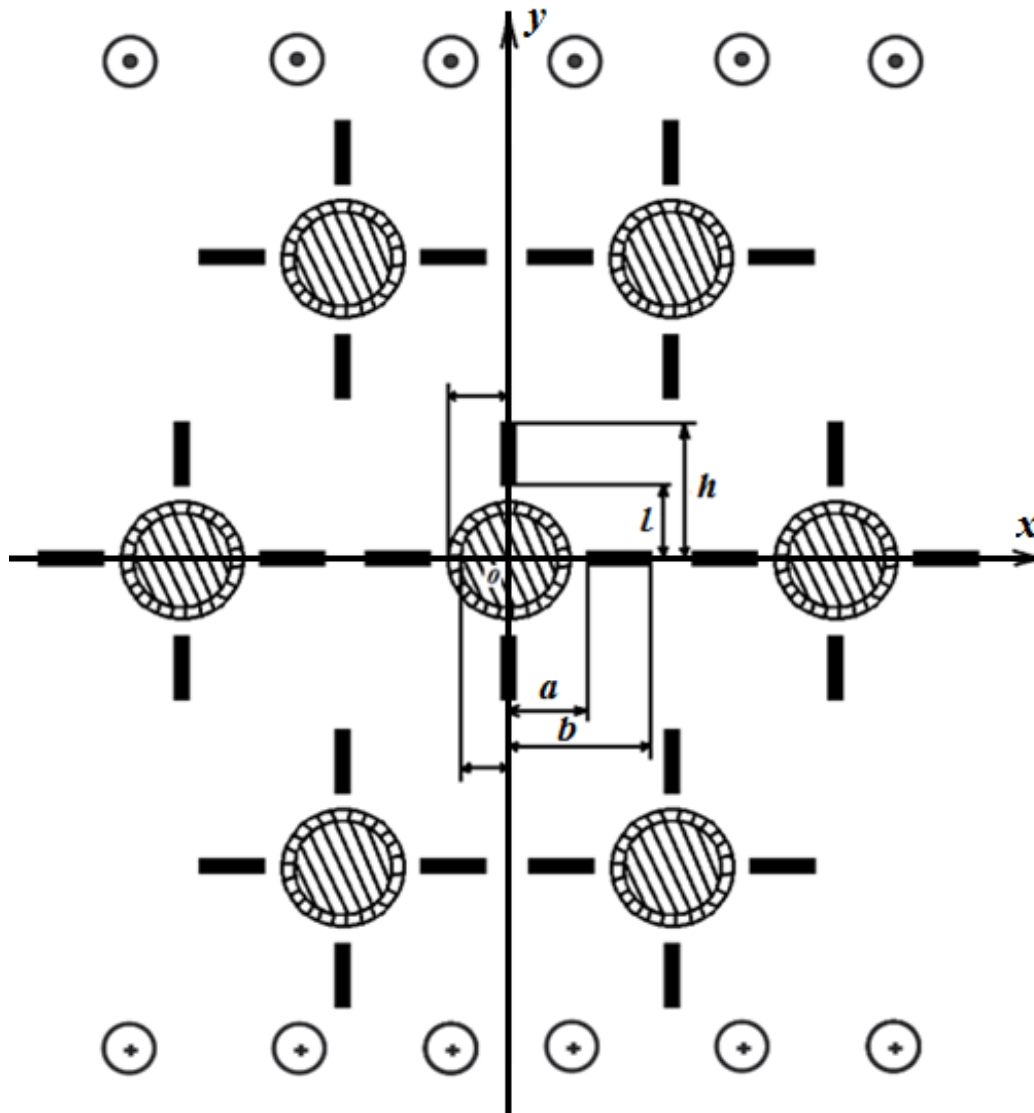


Рис. 1. Расчетная схема задачи механики разрушения о трещины в композите, армированном однонаправленными ортотропными волокнами

$$f'_s(t_1) - f'_s(t_1) = f'_s(t_1) \tag{4}$$

где $\tau = \lambda e^{i\theta} + m\omega_1 + n\omega_2$; $t_1 = (\lambda - h)e^{i\theta} + m\omega_1 + n\omega_2, m, n = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$

θ — полярный угол, h — толщина покрытия, t и t_1 — аффиксы точек берегов трещин, направленных по осям абсцисс и ординат, соответственно.

Величины, относящиеся к покрытию, волокну и связующему, в дальнейшем отмечаются соответственно индексами t, b и s .

$$-f'_x(t) = -2iq_y(t) \text{ — на берегах зон предразрушения коллинеарных оси абсцисс;}$$

$$-f'_y(t_1) = -2iq_x(t_1) \text{ — на берегах зон предразрушения коллинеарных оси ординат.}$$

Рассматриваемая задача дополняется соотношениями, связывающими сдвиг берегов зон предразрушения и усилия в связях. Без потери общности эти соотношения представим в виде

$$W_s^+(x, 0) - W_s^-(x, 0) = Q(x, q_y(x))q_y(x); \tag{5}$$

$$W_s^+(0, y) - W_s^-(0, y) = Q(y, q_x(y))q_x(y); \tag{6}$$

где функции $Q(x, q_y(x))$ и $Q(y, q_x(y))$ представляют собой эффективные податливости связей; $(W^+ - W^-)$ – сдвиг берегов зон предразрушения.

Решение краевой задачи пишем в виде [16, 17]

$$f_z(z) = f_1(z) + f_2(z) + f_3(z); \tag{7}$$

$$f_b(z) = \sum_{k=0}^{\infty} a_{2k} \frac{z^{2k+1}}{2k+1}; \quad f_c(z) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} b_{2k} z^{2k+1}; \tag{8}$$

$$f_1'(z) = \tau_y^{\infty} + \sum_{k=0}^{\infty} \alpha_{2k+2} \frac{\lambda^{2k+2} \gamma^{(2k)}(z)}{(2k+1)!}$$

$$f_2'(z) = \frac{1}{\omega l} \int_L g(t) \operatorname{ctg} \frac{\pi}{\omega}(t-z) dt; \tag{9}$$

$$f_3'(z) = \frac{1}{\omega l_1} \int_{L_1} g_1(t_1) \operatorname{ctg} \frac{\pi}{\omega}(lt_1 - z) dt_1$$

где интегралы в (9) берутся по линии $L = \{[-b, -a] + [a, b]\}$, $L_1 = \{[-h, -l] + [l, h]\}$ $\gamma(z)$ и $\xi(z)$ – функции Вейерштрасса [2], $g(t)$, $g_1(t_1)$ – искомые функции, характеризующие сдвиг берегов зон предразрушения:

$$g(x) = \frac{\beta_2 \omega}{\pi} [W_{\beta_2}(x, +0) - W_{\beta_2}(x, -0)] \text{ на } L;$$

$$g_1(y) = \frac{\beta_1 \omega}{\pi} [W_{\beta_1}(+0, y) - W_{\beta_1}(-0, y)] \text{ на } L_1.$$

К основным представлениям (7)–(9) добавляются дополнительные условия, вытекающие из физического смысла задачи

$$\int_{-b}^{-a} g(t) dt = 0; \quad \int_a^b g(t) dt = 0; \quad \int_{-h}^{-l} g(t) dt = 0; \quad \int_l^h g(t) dt = 0; \tag{10}$$

Напомним общей сведения [2] из теории упругости анизотропных тел. Введем обозначения

$$z_3 = x + \mu_3 y \text{ и } \mu_3 = \alpha_3 + i\beta_3, \bar{\mu}_3 = \alpha_3 - i\beta_3 (\beta_3 > 0) \text{ – комплексный параметр.}$$

Задача об антиплоской деформации (сложный сдвиг) анизотропного тела сводится [18] к такой же задаче для изотропного тела, у которого поперечное сечение определяется путем аффинного преобразования

$$z_3 = x_3 + iy_3; \quad x_3 = x + \alpha_3 y; \quad y_3 = \beta_3 y; \quad x = x_3 - \left(\frac{\alpha_3}{\beta_3}\right) y_3; \quad y = \left(\frac{1}{\beta_3}\right) y_3.$$

Остановимся кратко на случае ортотропного стержня. Направляя оси x и y нормально к плоскостям упругой симметрии, запишем уравнения обобщенного закона Гука так:

$$\gamma_{yz} = \frac{1}{\mu_1} \tau_{yz}; \quad \gamma_{xz} = \frac{1}{\mu_2} \tau_{xz}$$

$$\mu_1, \mu_2 \text{ – модуль сдвига для плоскостей } yz \text{ и } xz, \quad \mu_1 = \frac{1}{a_{44}}, \quad \mu_2 = \frac{1}{a_{55}}, \quad a_{45} = 0.$$

Задача о продольном сдвиге ортотропного тела легко свести к задаче для изотропного тела несколькими способами, вводя в замену переменных. Одна из замен такова:

$$x = x_3 \sqrt{\frac{2g}{1+g}}; \quad y = y_3 \sqrt{\frac{2}{1+g}}; \quad g = a_{44}/a_{55} = \mu_2/\mu_1$$

Решение краевой задачи. Неизвестная функция $g(x)$, $g_1(y)$ и постоянные a_{2k} , b_{2k} , α_{2k} должны быть определены из краевых условий (1)–(4). Для составления уравнений относительно неизвестных коэффициентов α_{2k} в функцию $f_1'(z)$ представим граничное условие (1) в виде

$$\left(1 + \frac{\mu_1}{\mu_2}\right) f_c(\tau) + \left(1 - \frac{\mu_1}{\mu_2}\right) \overline{f_c(\tau)} = 2[f_1(\tau) + f_2(\tau) + f_3(\tau)], \tag{11}$$

Относительно функций $f_2(\tau)$ и $f_3(\tau)$ будем считать, что они разлагаются на контуре $|\tau| = \lambda$ в ряды Фурье.

Для вывода разрешающих уравнений подставим в граничные условия (1)–(2) вместо функций $f_b(z), f_t(z), f_1(z)$ их разложения в ряды Лорана в окрестности нулевой точки, а вместо $f_2(t)$ и $f_3(t)$ – ряды Фурье на контуре $|t| = \lambda$ и приравнявая коэффициенты при одинаковых степенях $\exp(i\theta)$ в обеих частях краевых условий, получим после некоторых преобразований совокупность бесконечных систем линейных алгебраических уравнений:

$$\begin{aligned}
 b_{2k} &= \left(1 + \frac{\mu_b}{\mu_\tau}\right) a_{2k} \frac{\lambda_3^{2k+1}}{2\lambda^{2k+1}(2k+1)!}; \\
 b_{-2k-2} &= \left(1 + \frac{\mu_b}{\mu_\tau}\right) a_{2k} \frac{\lambda_3^{-2k-1}(\lambda-h)^{4k+2}}{2\lambda^{-2k-2}(2k+1)!}; \\
 \frac{\lambda_3 a_0}{4\lambda} [g_1 + f^2 h_1] &= \tau_y^\infty + C_0 + \sum_{k=1}^{\infty} a_{2k+2} \lambda^{2k+2} r_{0,k}; \\
 \frac{\lambda_3 \bar{a}_0}{4} [h_2 f^2 + g_2] &= -a_2 \\
 \frac{\lambda_3^{2k+1} a_{2k}}{4\lambda^{2k+1}} \lambda^{2k} [g_2 + f^{4k+2} h_2] &= -a_{2k+2} \\
 \frac{\lambda_3^{2k+1} a_{2k}}{4\lambda^{2k+1}} [g_1 + f^{4k+2} h_1] &= a_2 \lambda^2 r_{0,1} + \sum_{p=1}^{\infty} \alpha_{2p+1} \lambda^{2p+2} r_{2p,k} + \frac{C_{2k}}{\lambda^{2k}};
 \end{aligned} \tag{12}$$

Здесь

$$\begin{aligned}
 g_1 &= \left(1 + \frac{\mu_b}{\mu_\tau}\right) \left(1 + \frac{\mu_\tau}{\mu_\sigma}\right); & g_2 &= \left(1 + \frac{\mu_b}{\mu_\tau}\right) \left(1 - \frac{\mu_\tau}{\mu_\sigma}\right); \\
 h_1 &= \left(1 - \frac{\mu_\tau}{\mu_\sigma}\right) \left(1 - \frac{\mu_b}{\mu_\tau}\right); & h_2 &= \left(1 + \frac{\mu_\tau}{\mu_\sigma}\right) \left(1 - \frac{\mu_b}{\mu_\tau}\right); \\
 r_{p,k} &= \frac{(2p+2k+1)! g_{p+k+1}^*}{(2p)! (2k+1)! 2^{2p+2k+1}}; & r_{0,0} &= 0; \\
 g_{p+k+1}^* &= \sum_{mn}^i \frac{1}{T^{2p+2k+2}}; & T &= \frac{1}{2} P_{mn}; & f &= \frac{\lambda-h}{\lambda}; & C_{2k} &= C'_{2k} + C''_{2k}; \\
 C'_{2k} &= -\frac{1}{i\omega} \int_L g(t) f_{2k}(t) dt; \\
 C''_{2k} &= -\frac{1}{i\omega} \int_{L_1} g_1(t_1) \varphi_{2k}(it_1) dt_1; & (k &= 0, \pm 1, \pm 2, \dots); \\
 f_{2k}(t) &= \frac{\lambda^{2k}}{(2k)!} Y^{(2k)}(t) - \frac{\lambda^{2k+2}}{(2k+1)!} Y^{(2k+2)}(t); & \gamma(t) &= ctg \frac{\pi}{\omega} t; \\
 \varphi_{2k}(it_1) &= \frac{\lambda^{2k}}{(2k)!} Y_1^{(2k)}(it_1) - \frac{\lambda^{2k+2}}{(2k+1)!} Y_1^{(2k+2)}(it_1); \\
 \gamma_1(it_1) &= ctg \frac{\pi}{\omega} it_1; & g &= \frac{\alpha_{44}}{\alpha_{33}} = \frac{\mu_2}{\mu_1}; & \lambda_3 &= \frac{\lambda}{\sqrt{2}} \sqrt{\left(\frac{2g}{1+g}\right)^2 + \left(\frac{2}{1+g}\right)^2}.
 \end{aligned}$$

Требую теперь, чтобы функции (7)–(9) удовлетворяли граничному условию на берегах зон предразрушения, получим систему двух сингулярных интегральных уравнений относительно $g(x)$ и $g_1(y)$:

$$\frac{1}{\pi} \int_L g(t) \operatorname{ctg} \frac{\pi}{\omega} (t-x) dt - \operatorname{Im}[f'_*(x)] = q_x(x) \text{ на } L; \tag{13}$$

$$\frac{1}{\pi} \int_{L_1} g_1(t_1) \operatorname{cth} \frac{\pi}{\omega} (t_1-y) dt_1 - \operatorname{Im}[f'_{**}(y)] = q_y(y); \text{ на } L_1;$$

где $f'_*(x) = f_1(x) + f_2(x)$; $f'_{**}(y) = f_1(y) + f_2(y)$.

Алгебраическая система (12) совместно с сингулярными интегральными уравнениями (13) являются основными разрешающими уравнениями задачи, решение которых позволяет определить $g(x)$, $g_1(y)$ и коэффициенты $a_{2k}, b_{2k}, \alpha_{2k}$. Алгебраическая система (12) и интегральное уравнение (13) оказались связанными между собой и должны решаться совместно.

Зная функции $f_a(x), f_b(x), f_c(x)$ можно найти напряженно–деформированное состояние пластины.

Величины, характеризующие длину зон предразрушения, входят разрешающие уравнения как неизвестные параметры, подлежащие определению. Так как в составном теле напряжения ограничены, то решение каждого сингулярного интегрального уравнения (13) следует искать в классе всюду ограниченных функций.

Воспользовавшись разложением функции $\operatorname{ctg} \frac{\pi}{\omega} (x)$, $\operatorname{cth} \frac{\pi}{\omega} (x)$ в основной полосе периодов, а также учитывая, $g(x) = -g(-x)$ и $g_1(y) = -g_1(-y)$ применяя замену переменных, уравнение (13) проводится к стандартной форме.

$$\frac{1}{\pi} \int_L \frac{g(t)}{t-x} dt + \frac{1}{\pi} \int_L g(t) K(t-x) dt - \operatorname{Im} f'_*(x) = q'_y(x), K(t) = -\sum_{j=0}^{\infty} g_{j+1} \frac{t^{2j+1}}{2^{j+1}} \tag{14}$$

В дальнейшем преобразуем интегральное уравнение (14) к виду, удобному для нахождения его численного решения. Используя условие $g(x) = -g(-x)$, уравнение (14) примет вид:

$$\frac{1}{\pi} \int_{\lambda_1}^1 \frac{\xi p(\xi) d\xi}{\xi^2 - \xi_0^2} + \frac{1}{\pi} \int_{\lambda_1}^1 K_0(\xi, \xi_0) p(\xi) d\xi - \operatorname{Im} f'_*(\xi_0) = q'_y(\xi_0),$$

$$p(\xi) = g(\xi); K_0(\xi, \xi_0) = K(\xi - \xi_0) + K(\xi + \xi_0),$$

$$\xi = \frac{t}{l}; \xi_0 = \frac{x}{l}; \lambda_1 = \frac{a}{l}; \lambda_1 \leq \xi_0 \leq 1.$$

Чтобы перейти к стандартному отрезку интегрирования [1, 1] сделаем замену переменных

$$\xi^2 = u = \frac{1-\lambda_1^2}{2} (\tau + 1) + \lambda_1^2, \xi_0 = u_0 = \frac{1-\lambda_1^2}{2} (\eta + 1) + \lambda_1^2. \tag{15}$$

В результате преобразованное уравнение (14) принимает форму

$$\frac{1}{\pi} \int_{-1}^1 \frac{p(\tau) d\tau}{\tau-\eta} + \frac{1}{\pi} \int_{-1}^1 p(\tau) B(\eta, \tau) d\tau - \operatorname{Im} f'_*(\eta) = q_y(\tau). \tag{16}$$

Здесь

$$p(\tau) = p(\xi); B(\eta, \tau) = -\frac{1-\lambda_1^2}{2} \sum_{j=0}^{\infty} g_{j+1} \left(\frac{l}{2}\right)^{2j+2} u_0^j A_j,$$

$$A_j = \left\{ (2j+1) + \frac{(2l+1)(2j)(2j-1)}{1 \cdot 2 \cdot 3} \left(\frac{u}{u_0} + \dots \left(\frac{u}{u_0} \right)^j \right) \right\}.$$

Решение интегрального уравнения (16) ищем в виде [16]:

$$p(\eta) = \frac{p_0(\eta)}{\sqrt{1-\eta^2}}, \tag{17}$$

где $p_0(\eta)$ непрерывна по Гельдеру на [1, 1], причем она аппроксимируется интерполяционным многочленом Лагранжа, построенным по чебышевским узлам.

Используя квадратурные формулы [10, 11]

$$\frac{1}{2\pi} \int_{-1}^1 \frac{P(\tau) d\tau}{\tau - \eta} = \frac{1}{n \sin \theta} \sum_{k=1}^n P_k^0 \sum_{m=0}^{n-1} \cos n\theta_k \cdot \sin m\theta; \tag{18}$$

$$\frac{1}{2\pi} \int_{-1}^1 P(\tau) B(\eta, \tau) = \frac{1}{2n} \sum_{k=1}^n P_k^0 B(\eta, \tau_k); \tau_k = \eta_k = \cos \theta_k;$$

$$P_k^0 = P_0(\eta_k); \eta_k = \cos \theta_k; \theta_m = \frac{2m-1}{2n} \pi; (m = 1, 2, \dots, n), \tag{19}$$

$$C_{2k} = -\frac{1-\lambda^2}{2} \frac{1}{2n} \sum_{k=1}^n P_k^0 f_{2k}^*(\tau_k);$$

$$f_{2k}^*(\tau) = f_{2k}^*(\xi^2); \xi f_{2k}^*(\xi^2) = l f_{2k}^*(t).$$

сведем основные разрешающие уравнения (12) и (14) к совокупности бесконечных систем линейных алгебраических уравнений и к двум конечным системам относительно приближенных значений $p_k^0 (k = 1, 2, \dots, n)$ и $R_k^0 (k = 1, 2, \dots, n)$ искомым функций в узловых точках.

Конечные системы уравнений относительно неизвестных p_k^0 и R_k^0 имеют вид

$$\sum_{k=1}^n \alpha_{mk} P_k^0 - \frac{1}{2} \text{Im}[f_m^*(\eta_m)] = q_y^*(\eta_m); (m = 1, 2, \dots, n-1), \tag{20}$$

$$\sum_{v=1}^n \alpha_{mv}^* R_v^0 - \frac{1}{2} \text{Im}[f_m^*(\eta_m)] = q_x^*(\eta_m); (m = 1, 2, \dots, n-1),$$

$$\alpha_{mk} = \frac{1}{2n} \left[\frac{1}{\sin \theta_m} \text{ctg} \frac{\theta_m + (-1)^{|m-k|} \theta_k}{2} + B(\eta_m, \tau_k) \right]; \tau_m = \eta_m; (m = 1, 2, \dots, n).$$

Так же определяются коэффициенты α_{mv}^* .

К системе (20) необходимо добавить дополнительные условия (10), которые в дискретном виде имеют следующий вид:

$$\sum_{k=1}^n \frac{P_k^0}{\sqrt{\frac{\lambda}{2}(1-\lambda_1^2)(\tau_k+1)+\lambda_1^2}} = 0, \quad \sum_{v=1}^n \frac{R_v^0}{\sqrt{\frac{\lambda}{2}(1-\lambda_1^2)(\tau_v+1)+\lambda_1^2}} = 0. \tag{21}$$

В правую часть полученных систем входят неизвестные значения напряжений $q_y(\eta_m)$ и $q_x(\eta_m)$ в узловых точках, принадлежащих конечным зонам L и L_1 соответственно. Неизвестные напряжения в связях $q_y(\eta_m)$ и $q_x(\eta_m)$ определяются из дополнительных условий (5), (6). Используя полученное решение, имеем

$$g(x) = \frac{\mu g}{2} \frac{d}{dx} [Q(x, q_y(x)) q_y(x)], \tag{22}$$

$$g(x) = \frac{\mu g}{2} \frac{d}{dy} [Q(y, q_x(y)) q_x(y)]. \tag{23}$$

Полученная система уравнений (20)–(23) является связанной (замыкается) с бесконечными системами (12), в которых вместо C_{2k} подставлена формула (18). Система уравнений (12), (20) — (24) полностью определяет решение задачи.

После определения значений p_k^0 и R_k^0 коэффициенты интенсивности напряжений K_{III} находятся на основании соотношений.

$$K_{III}^a = \sqrt{\frac{\pi b(1-\lambda_1^2)}{\lambda_1}} \frac{1}{2n} \sum_{k=1}^n (-1)^{k+n} P_k^0 \text{tg} \frac{\theta_k}{2};$$

$$K_{III}^i = \sqrt{\frac{\pi h(1 - \lambda_2^2)}{\lambda_2}} \frac{1}{2n} \sum_{v=1}^n (-1)^{v+n} R_v^0 \operatorname{tg} \frac{\theta_v}{2}, \tag{24}$$

$$K_{III}^b = \sqrt{\pi b(1 - \lambda_1^2)} \frac{1}{2n} \sum_{k=1}^n (-1)^k P_k^0 \operatorname{ctg} \frac{\theta_k}{2},$$

$$K_{III}^h = \sqrt{\pi h(1 - \lambda_2^2)} \frac{1}{2n} \sum_{v=1}^n (-1)^v R_v^0 \operatorname{ctg} \frac{\theta_v}{2}.$$

Меняя отношение жесткости волокна к жесткости связующего, можно получить все варианты, начиная со свободного от сил кругового отверстия и кончая абсолютно жестким включением.

Для анализа предельного равновесия трещин с концевыми зонами необходимы два условия (двухпараметрический критерий) разрушения. Первый критерий — это условие продвижения вершины трещины, а второй — это условие разрыва связей на краю концевой зоны. В качестве первого условия разрушения используем силовой критерий разрушения Ирвина. Состоянию предельного равновесия вершины трещины соответствует выполнение условия

$$K_{III} = K_{IIIc}, \tag{25}$$

где K_{IIIc} — постоянная материала, определяемая опытным путем.

В качестве второго условия разрушения используем критерий критического сдвига трещины и считаем, что предельный сдвиг связей на краю концевой зоны ($x_c = b - b_c$) и ($x_c = a_c - a$) или ($y_c = h - h_c$) и ($y_c = L_c - l$) происходит при выполнении условий

$$H(x_c) = W_s^+(x_c, 0) - W_s^-(x_c, 0) = \delta_{IIIc}, \tag{26}$$

$$H(y_c) = W_s^+(0, y_c) - W_s^-(0, y_c) = \delta_{IIIc},$$

где δ_{IIIc} — трещиностойкость материала связующего.

Решение системы полученных алгебраических уравнений позволяет (при заданной длине трещин и характеристик связей) найти критическую внешнюю нагрузку τ_{xy}^{∞} и предельный сдвиг берега концевой зоны в состоянии предельного равновесия трещин. Для заданных размеров трещин и концевых зон, используя предельные значения K_{IIIc} и δ_{IIIc} можно выделить режимы равновесия и роста трещин при монотонном нагружении. Если выполняются условия $K_{III} \geq K_{IIIc}$, $H(x_c)$ и $H(y_c) < \delta_{IIIc}$ то происходит продвижение вершины трещин с одновременным увеличением длины концевой зоны без разрыва связей. Этот этап развития трещин продольного сдвига можно рассматривать, как процесс приспособляемости к заданному уровню внешних нагрузок.

Рост вершины трещины с одновременным разрушением связей на краю концевой зоны будет происходить при выполнении условий

$$K_{III} \geq K_{IIIc}, \quad H(x_c \text{ или } y_c) \geq \delta_{IIIc}$$

Так, например, при выполнении условий $K_{III} < K_{IIIc}$, $H(x_c \text{ или } y_c) \geq \delta_{IIIc}$ происходит разрушение связей без продвижения вершины трещины и размер концевой зоны сокращается, стремясь к критическому значению для данного уровня нагрузки. При выполнении условий $K_{III} < K_{IIIc}$, $H(x_c \text{ и } y_c) < \delta_{IIIc}$ положения вершины трещины и концевой зоны не будут изменяться.

На основании полученных результатов на рис. 2 в случае жесткого включения при $\nu_s = 0,3$ построены графики зависимости критической нагрузки $\tau_c = \tau_{xy}^{\infty} \frac{\sqrt{a}}{K_{IIIc}}$ от расстояния $a_c = a - \lambda$ для обоих концов трещины, вдоль оси абсцисс (кривая 1 соответствует левому концу) при $\lambda = 0,3$

Штриховой линией для сравнения показана зависимость τ_c при отсутствии включений и покрытий (материал включения, покрытия и связующего одинаков) при той же геометрии трещин, вычисленная по описанной методике. Там же штрихпунктиром представлена зависимость в случае абсолютно гибкого включения (отверстия ничем не заполнены). Для любого упругого включения картина напряженного состояния будет занимать промежуточное положение между этими двумя предельными случаями.

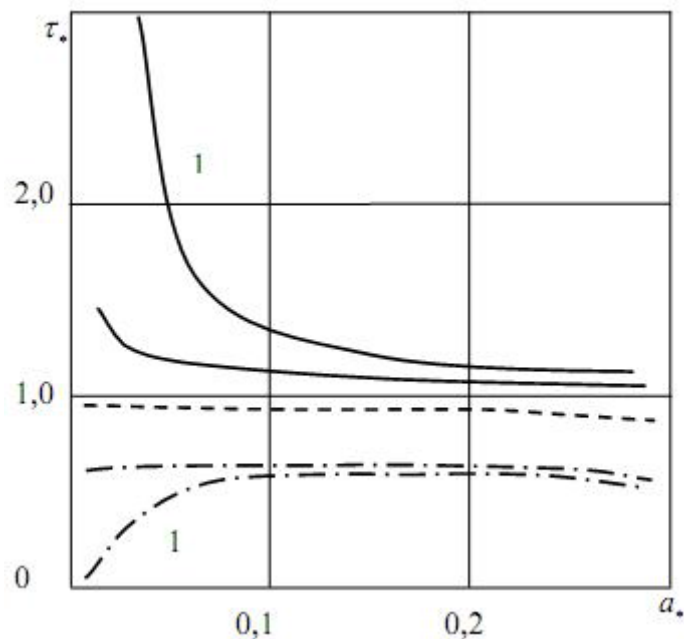


Рис. 2. Зависимости распределения критической нагрузки τ_c от расстояния a_c от обоих концов трещины вдоль оси абсцисс

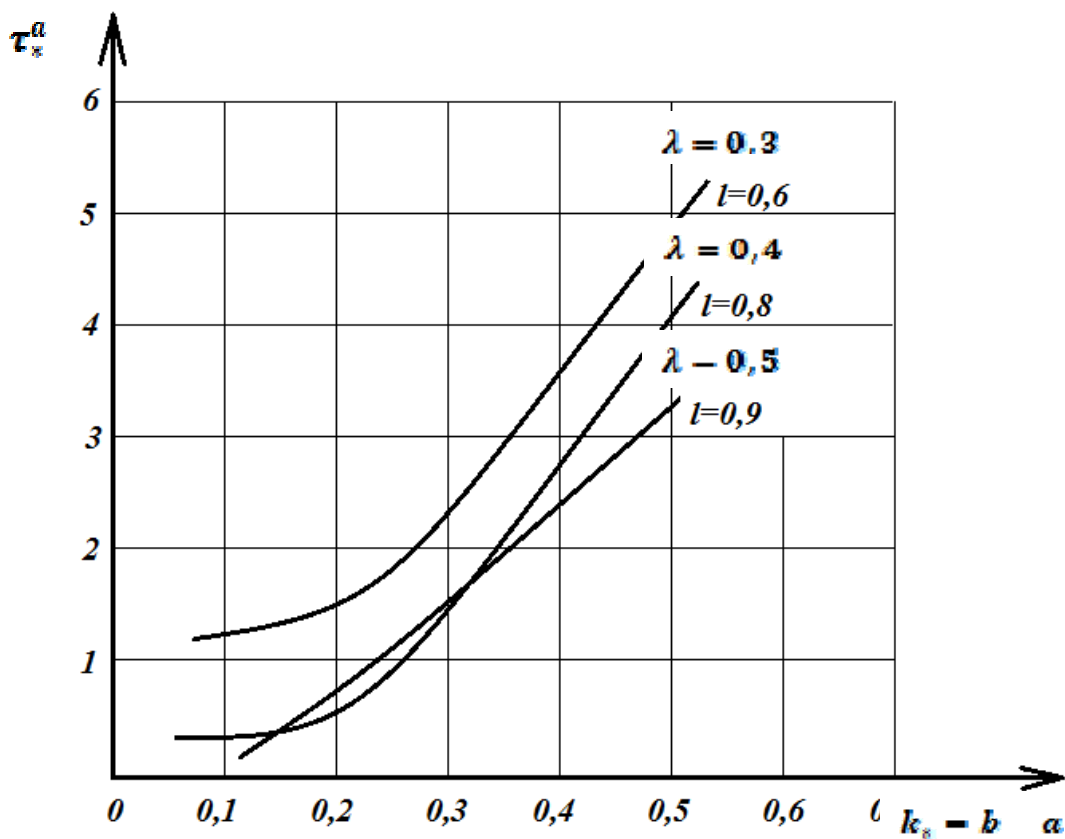


Рис. 3. Зависимости предельной нагрузки τ_c^a от длины трещины l для левого конца трещины

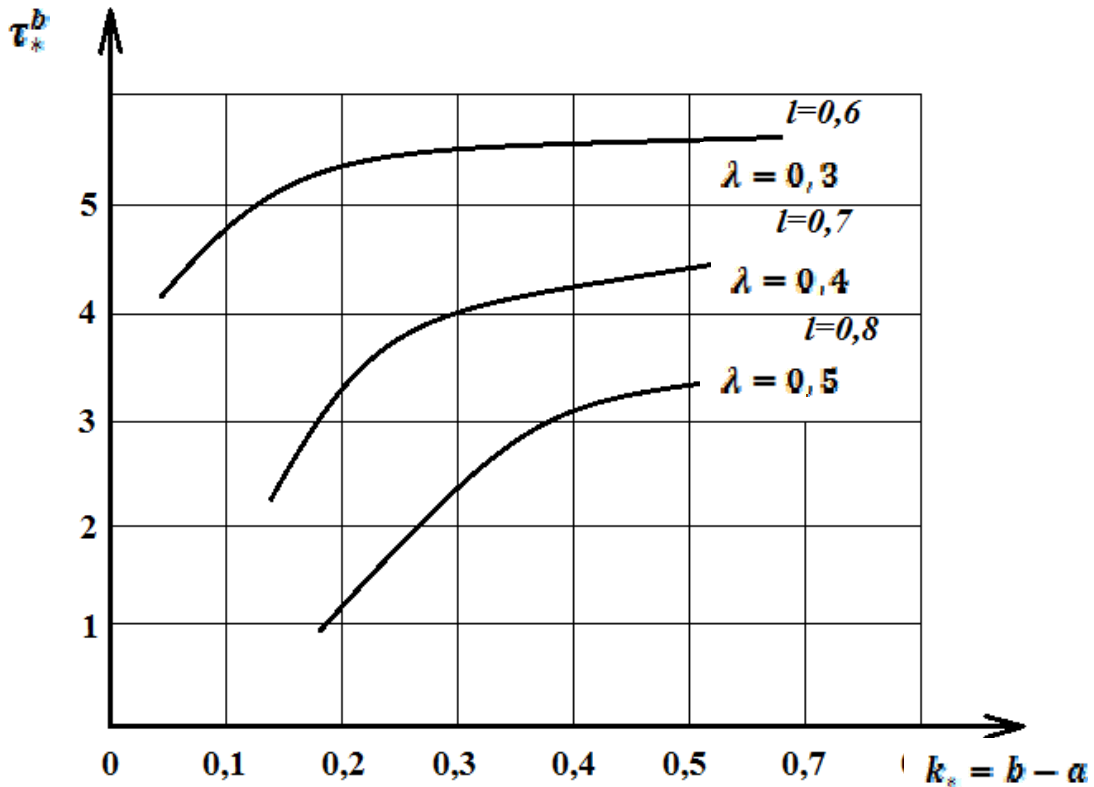


Рис. 4. Зависимости предельной нагрузки τ_*^b от длины трещины k_* для правого конца трещины

На рис. 3–4 представлены графики зависимости предельной нагрузки τ_* от длины трещины. При расчетах было принято $\frac{R_2}{R_3} = 25$; $\frac{R_2}{R_1} = 50$.

Как видно, при некоторых значениях радиуса отверстия возможно устойчивое развитие системы трещин (их взаимное упрочнение). Проведенный параметрический анализ задачи показал, что концентрация напряжений около включений в связующем оказывает существенное влияние на развитие очень малых трещин. С ростом длины трещин с концевыми зонами это влияние затухает и уже при $b - \lambda > \lambda$ и $h - \lambda > \lambda$ им можно пренебречь, однако при этом начинается сказываться взаимодействие трещин. В зависимости от геометрических и физических параметров задачи наблюдается устойчивое развитие трещин с концевыми зонами. Наличие гибкого включения повышает коэффициент интенсивности напряжений, тогда как жесткие включения по сравнению с материалом связующего уменьшают его. Влияние включения особенно эффективно сказывается на близко расположенную вершину трещины.

Модель трещины с концевыми зонами позволяет исследовать закономерности распределения усилий в связях при различных законах деформирования, проводить анализ предельного равновесия трещин с учетом деформационного и силового критерий разрушения, а также прогнозировать критическую внешнюю нагрузку и трещиностойкость составного композита.

Заключение. Задача о трещины продольного сдвига в композитах с двоякопериодической структурой решена впервые.

Анализ критического равновесного состояния в композите с двоякопериодической структурой, при котором появляются трещины, сводится к параметрическому исследованию объединенной алгебраической системы (12), (20)–(24) и критерия появления трещины (26) при различных законах деформирования связей, упругих постоянных материалов и геометрических характеристиках композита. Непосредственно из решения полученных алгебраических систем определяются касательные напряжения в связях и сдвиг берегов зон предразрушения. Полученные соотношения позволяют исследовать трещинообразование в составном теле при продольном сдвиге.

Литература:

1. Болотин, В. В. Механика зарождения и начального развития усталостных трещин / В. В. Болотин // ФХММ. — 1986. — Т. 22, № 1. — С. 18–23.

2. Yang, Q. Cohesive models for damage evolution in laminated composites / Q. Yang, B. Cox // International Journal of Fracture. — 2005. — Vol. 133, Issue 2. — Pp. 107–137.
3. Lipperman, F. Nucleation of cracks in two-dimensional periodic cellular materials / F. Lipperman, M. Ryvkin, M. B. Fuchs // Computational Mechanics. — 2007. — Vol. 39, Issue 2. — Pp. 127–139.
4. Gutkin, M. Yu. Effect of inclusions on heterogeneous crack nucleation in nanocomposites / M. Yu. Gutkin, I. A. Ovid'ko, N. V. Skiba // Physics of the Solid State. — 2007. — Vol. 49, Issue 2. — Pp. 261–266.
5. Гольдштейн, Р. В. Моделирование трещиностойкости композиционных материалов / Р. В. Гольдштейн, М. Н. Перельмутер // Вычисл. мех. сплош. сред. — 2009. — Т. 2, № 2. — С. 22–39.
6. Кластеро- и трещинообразование в композитах / Е. В. Новиков [и др.] // Международный технико-экономический журнал. — 2012. — № 5. — С. 96–99.
7. Chen, Z. Estimation of the Stress State Within Particles and Inclusions and a Nucleation Model for Particle Cracking / Z. Chen, C. Butcher // Micromechanics Modelling of Ductile Fracture: Solid Mechanics and Its Applications. — 2013. — Vol. 195. — Pp. 223–243.
8. Мирсалимов, В. М. Разрушение упругих и упругопластических тел с трещинами / В. М. Мирсалимов. — Баку: Элм, 1984. — 124 с.
9. Ван ФоФы, Г. А. Теория армированных материалов с покрытиями / Г. А. Ван ФоФы. — Киев: Наук. думка, 1971. — 236 с.
10. Лехницкий, С. Г. Кручение анизотропных стержней / С. Г. Лехницкий. — М.: Наука, 1971. — 240 с.
11. Каландия, А. И. Математические методы двумерной упругости / А. И. Каландия. — М.: Наука, 1973. — 304 с.
12. Мирсалимов, В. М. К решению задачи механики контактного разрушения о зарождении и развитии трещины со связями между берегами во втулке фрикционной пары / В. М. Мирсалимов // ПММ. — 2007. — Т. 71, вып. 1. — С. 132–151.
13. Мирсалимов, В. М. Неоднородные упругопластические задачи / В. М. Мирсалимов. — М.: Наука, 1987. — 256 с.
14. Ильюшин, А. А. Пластичность / А. А. Ильюшин. — М. Логос. 2004. — 376 с.
15. Панасюк, В. В. Механика квазихрупкого разрушения материалов / В. В. Панасюк. — Киев:
16. Zolgharnein, E. Nucleation of a crack under inner compression of cylindrical bodies / E. Zolgharnein, V. M. Mirsalimov // Acta Polytechnica Hungarica. — 2012. — Vol. 9, No. 2. — Pp. 169–183.
17. Vaghari, A. R. Nucleation of a crack in a perforated heat-releasing material with temperature dependent elastic properties / A. R. Vaghari, V. M. Mirsalimov // J. of Applied Mechanics and Technical Physics. — 2012. — Vol. 53, No. 4. — Pp. 589–598.
18. Гасанов, Ф. Ф. Трещинообразование в перфорированном теле при продольном сдвиге / Ф. Ф. Гасанов // Механика машин, механизмов и материалов. — 2013. — № 2. — С. 46–51.
19. Искендеров, Р. А. Зарождение трещины при поперечном изгибе изотропной пластины, ослабленной периодической системой круговых отверстий / Р. А. Искендеров // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. — 2013. — № 3 — С. 18–28.
20. Cherepanov, G. P. Methods of Fracture Mechanics / G. P. Cherepanov. Solid Matter Physics Series: Solid Mechanics and Its Applications. — 1997. — Vol. 51, XIII. — 322 p.
21. Mohammed, I. Cohesive zone modeling of crack nucleation at bimaterial corners / I. Mohammed, K. M. Liechti // Journal of the Mechanics and Physics of Solids. — 2000. — Vol. 48, Issue 4. — Pp. 735–764.
22. Yang, B. Examination of free-edge crack nucleation around an open hole in composite laminates / B. Yang // International Journal of Fracture. — 2002. — Vol. 115, Issue 2. — Pp. 173–191. Наук. думка, 1991. — 416 с.

Техническое обслуживание топливных форсунок бензиновых двигателей

Семенов Дмитрий Андреевич, магистрант;

Рубанов Дмитрий Юрьевич, магистрант;

Петроченко Виталий Владимирович, кандидат технических наук, доцент

Дальневосточный государственный аграрный университет (г. Благовещенск)

Для снижения расхода топлива автомобильным транспортом принимаются множество решений, в том числе применяются инжекторные системы подачи топлива в цилиндры двигателя. Такие системы позволяют значи-

тельно сократить потребление топлива, увеличить приемистость и мощность двигателя. Но также имеют и свои недостатки. Основными проблемами инжекторных систем является высокая стоимость узлов, низкая ремонтпри-

годность, высокие требования к качеству и фракционному составу топлива, необходимость в специализированном персонале и оборудовании для диагностики, обслуживания и ремонта, а также высокая стоимость ремонта.

Поэтому необходимо найти пути снижения затрат на сервисные работы и техническое обслуживание топливных систем с электронным впрыском.

Ремонт и обслуживание инжектора являются наиболее трудоемкими, и узкопрофильными работами. Главным недостатком инжекторных систем можно считать необходимость использования топлива высокого качества. То есть требования к бензину при использовании инжектора в качестве элемента топливной системы резко возрастают [1, с. 152].

Ремонт инжектора своими руками проводить достаточно сложно, так как обслуживание инжектора выполняется на специальном дорогостоящем оборудовании.

Основные неисправности инжектора предполагают выход из строя блока управления двигателя и его датчиков.

Причины неисправности инжектора:

- 1) Нарушение правил эксплуатации инжектора;
- 2) Заправка бензина плохого качества;
- 3) Не соблюдение правил технического обслуживания инжекторов.

Инжекторные системы очень чувствительны к плохому топливу поэтому водитель должен максимально соблюдать рекомендации производителя по обслуживанию инжектора, во избежание технических проблем. Своевременная техническая диагностика инжекторной системы не только позволит предотвратить поломку инжектора, но сэкономят ваше время в дальнейшем. [2, с. 207].

Обязательно надо отметить, что диагностика инжекторной системы подачи топлива проводится на специальном оборудовании, как и промывка инжектора. Своевременное техническое обслуживание инжектора — это залог длительной и правильной работы инжекторной системы.

Современные технологии позволяют проводить компьютерную диагностику автомобиля, что значительно увеличивает точность диагностирования инжекторных систем и остальных агрегатов и механизмов. После проведения компьютерной диагностики владелец автомобиля получает распечатку с предполагаемыми дефектами, и мастер-приемщик по ремонту автомобилей должен объяснить дальнейшие действия последовательность устранения дефектов и неисправностей и ориентировочное время для их устранения.

Одной из распространенной технической неисправности топливной системы является загрязнение сопла электронных форсунок. Признаки неисправности форсунок инжектора:

1. Затрудненный запуск двигателя;
2. Неустойчивая работа инжектора на малых оборотах и холостом ходу;
3. Ощутимое снижение мощности автомобиля;
4. Провалы в работе инжектора;

5. Возросший расход горючего.

Перечисленные признаки могут свидетельствовать и об иных проблемах, поэтому, чтобы убедиться в неисправности какой-либо конкретной форсунки, потребуется проверка каждой из них. В настоящее время водители зачастую самостоятельно очищают форсунки, но качество такой операции не соответствует предъявляемым требованиям технической эксплуатации [2, с. 210].

Одним из способов совершенствования такого процесса является применение стенда для очистки и диагностики работы электронных форсунок. Существующее оборудование, выпускаемое известными брендами, имеют высокую стоимость и предполагают работу на них высококвалифицированных работников. В условиях автосервиса и крупных АТП применение таких конструкций экономически и технически обоснованно. Но на малых и средних предприятиях они не смогут экономически оправдать себя [3].

Поэтому целью дальнейших исследований является конструктивный поиск и разработка стенда для диагностики и обслуживания форсунок.

Предлагаемая нами разработка состоит из рамы 1 (рисунок 1), на верхней части которой смонтирована горизонтальная труба 3, имитирующая топливную рампу двигателя. В трубе имеются 4 отверстия для установки форсунок 2. К одному концу трубы присоединен манометр 9, а к другому — топливный шланг, идущий от бензонасоса. Бензонасос и бачок с топливом также смонтированы на раме стенда. Под каждой форсункой устанавливается прозрачная мерная емкость 11 для приема распыливаемого топлива. В основании стенда имеется горизонтальная деревянная плита 12 с четырьмя углублениями, служащая для установки в них мерных емкостей. Углубления нужны для быстрой и точной установки мерных емкостей и предотвращения их съезжания по горизонтали.

Электрическая часть стенда размещена с обратной стороны рамы, за лицевой панелью 10. Там же находится бензонасос и бачок для топлива или моющей жидкости. Выключатели и сигнальная лампа смонтированы на лицевой панели.

Электрическая часть стенда состоит из понижающего сетевого трансформатора 2 (рисунок 2), выпрямителя 3 и генератора П-образных импульсов, служащих для подачи тока на форсунки, а также силовой части, состоящей из ключей Т1, Т2, Т3, Т4. От выпрямителя также запитывается и бензонасос 5. Для включения и отключения бензонасоса имеется свой выключатель 4. Форсунки включаются и выключаются с помощью выключателя 7. Сетевой выключатель 1 нужен для включения и выключения всей электрической части стенда. Контрольная лампа Л1 служит для индикации напряжения на схеме.

Выпрямителем 3 является диодный мост с электролитическим конденсатором большой емкости, гасящим пульсации выпрямленного тока.

Генератором П-образных импульсов служит схема, собранная на базе дешевой и широко распространенной ми-

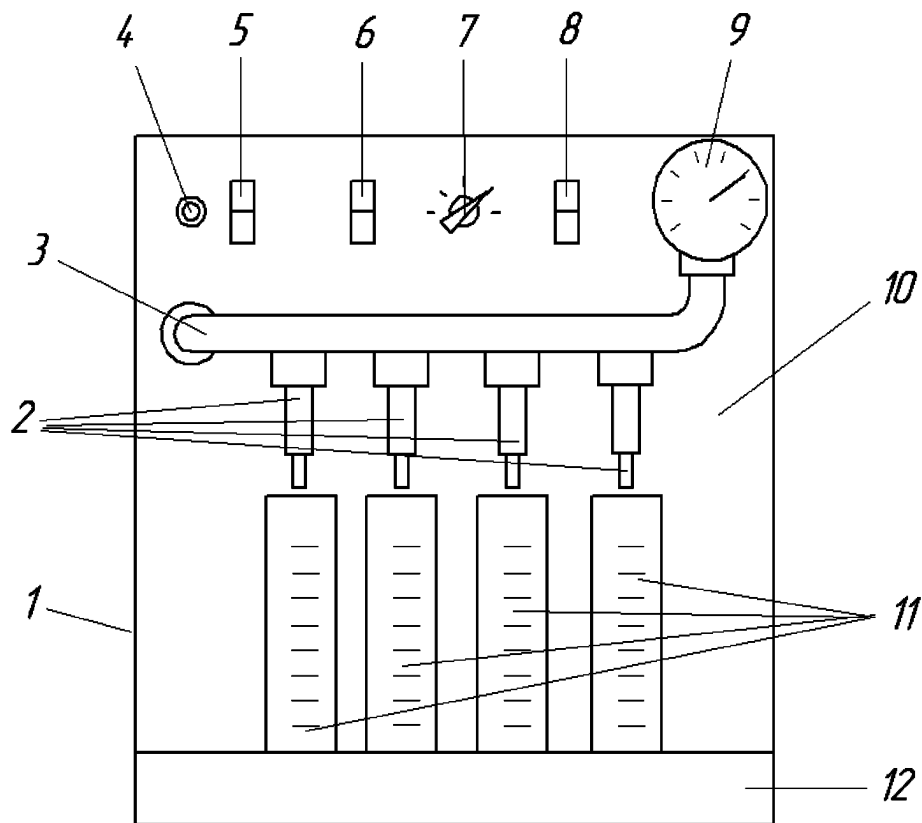


Рис. 1. Стенд для диагностики и промывки форсунок: 1-рама; 2-форсунки; 3-рампа; 4-контрольная лампа; 5-сетевой выключатель; 6-выключатель бензонасоса; 7-переключатель частоты пульсации; 8-выключатель форсунок; 9-манометр; 10-лицевая панель; 11-мерные емкости; 12-плита для установки мерных емкостей

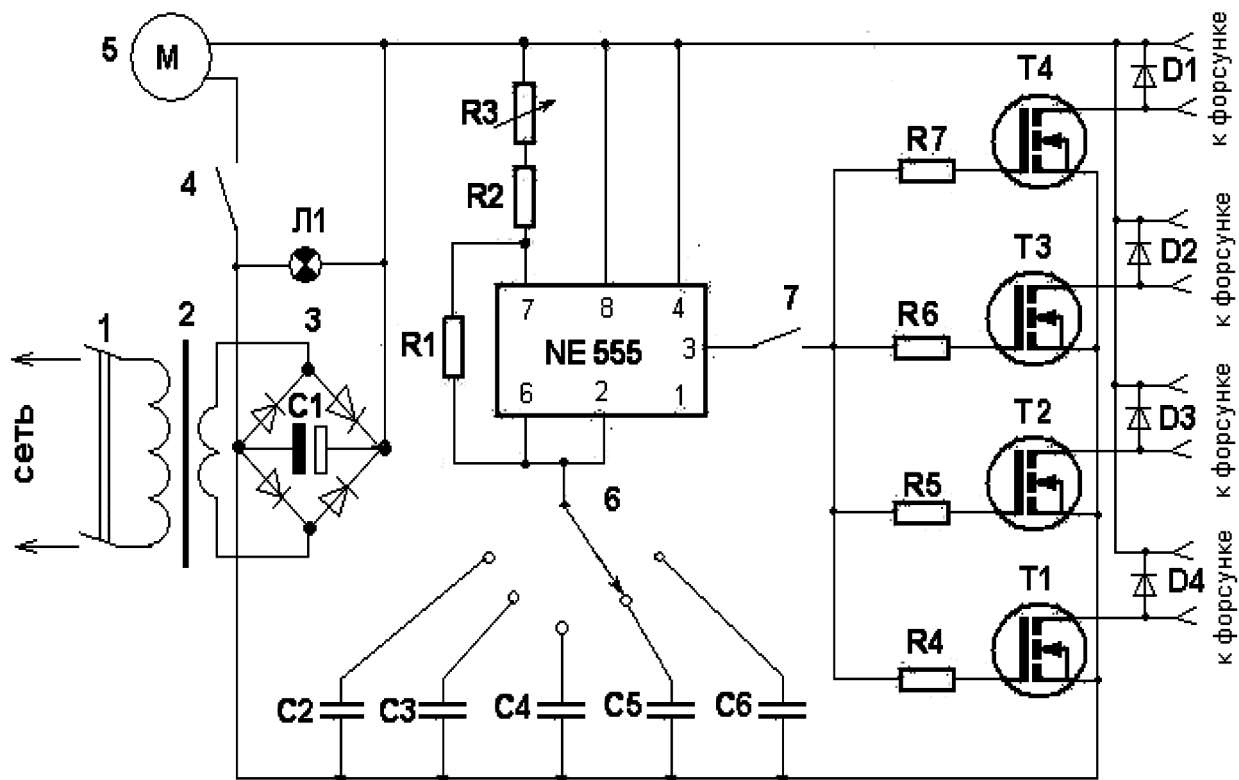


Рис. 2. Принципиальная электрическая схема стенда для диагностики промывки форсунок: 1-сетевой выключатель; 2-трансформатор; 3-выпрямитель; 4-выключатель бензонасоса; 5-бензонасос; 6-переключатель частоты импульсов; 7-выключатель форсунок

кросхемы NE 555. Необходимая частота открытия форсунок настраивается ступенчато за счет переключения конденсаторов C2, C3, C4, C5, C6 посредством переключателя 6. Переменный резистор R3 служит для настройки скважности импульсов. Силовыми элементами являются полевые транзисторы T1, T2, T3, T4, выполняющие в данной схеме роль ключей. Во избежание их перегрева, монтировать транзисторы желательно на радиаторах.

Для защиты полевых транзисторов от всплеска напряжения самоиндукции, возникающего при отключении форсунок, между выводами, питающих форсунки проводов, установлены диоды-супрессоры D1, D2, D3, D4.

Литература:

1. Власов, В. М. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей. — М.: Академия, 2007. — 480 с.
2. Савич, Е. Л. Методы и средства диагностики и технического обслуживания автомобилей. — М.: Инфра-М, 2015. — 364 с.
3. Стенд для чистки форсунок своими руками // Dodge Neon club. URL: <http://neon-club.ru/viewtopic.php?id=8356> (дата обращения: 12.05.2017)

Форсунки подключаются к стенду через стандартные автомобильные клемные разъемы.

Данная схема обеспечивает генерацию идеальных П-образных импульсов, что соответствует оптимальному режиму работы форсунок.

Кроме диагностики топливных форсунок, данный стенд позволяет проводить их промывку мощным раствором. Стенд прост и дешев в изготовлении и может быть собран собственными в мелком хозяйстве, автоколоне и любом другом предприятии, имеющим свой автопарк. Для его сборки, настройки и работы не требуется высококвалифицированный персонал.

Определение характеристик головок самонаведения для поражения беспилотных летательных аппаратов

Фоменко Андрей Александрович, начальник сектора

ПАО «Таганрогский авиационный научно-технический комплекс имени Г. М. Бериева»

Шилин Аркадий Александрович, кандидат технических наук, магистрант

Высшая школа системного инжиниринга Московского физико-технического института

В статье проведена оценка современных головок самонаведения, строящих изображения фоно-целевой обстановки с целью определения их эффективности поражения малоразмерных беспилотных летательных аппаратов, рассмотрены ограничения существующих головок самонаведения и сформулированы минимально-необходимые требования к оптико-электронной системе головки самонаведения управляемой ракеты для поражения малоразмерных беспилотных летательных аппаратов.

Ключевые слова: беспилотный летательный аппарат, головка самонаведения, разрешающая способность, эффективность головки самонаведения

В отечественных и зарубежных публикациях широко освещены вопросы специализированного применения беспилотных летательных аппаратов (БЛА), а также расширения сфер их применения и особенностей использования. Однако, малое внимание уделяется методам и средствам защиты от проникновения БЛА на частную или закрытую территорию. События 2015 года, когда частным БЛА удалось проникнуть в закрытую зону перед Белым Домом в США или резиденцию японского премьер-министра, подтверждают отсутствие систематизированных и отработанных методов и средств защиты от угроз БЛА. В данной статье рассмотрены требования, которые необходимо предъявлять к оптико-электронной системе (ОЭС) головки самонаведения (ГСН) управляемой ракеты для поражения малоразмерных маневренных БЛА.

Стоит отметить, что большинство средств противовоздушной обороны (ПВО) основаны на принципах радиолокации или систем наведения без визуального контроля, что по существу является недостаточным по нескольким причинам:

— малая заметность в радиолокационном (РЛ) диапазоне. Корпуса всех разрабатываемых БЛА малых и сверхмалых классов выполняются из композитных материалов, одним из основных требований к которым является малозаметность в РЛ-диапазоне. Также на низкую вероятность обнаружения таких БЛА радиолокатором влияет небольшая скорость или высота полета, малые габариты, возможность автономного полета по заданным точкам для поиска цели без радиокомандного или спутникового управления;

Таблица 1. Сравнительная оценка зарубежных ГСН

ГСН	Разрешающая способность	Автономность селекции цели	Помехозащищенность	Устойчивость к изменению температуры	Надёжность узлов ГСН	Габаритно-весовые параметры ГСН	Стоимость	Итог (сумма баллов)
MMP	8	5	8	6	6	7	2	42
Spike LR	8*	7	8	7	7	6	1	44
Javelin	7	0**	6	8	7	6	1	35
Strix	3	9	2	5	7	7	4	37
Omtas	7	4	6	8	8	5	2	40

* — ТВ-канал

** — Селекция цели осуществляется оператором

— малые габаритные размеры современных БЛА. Небольшие размеры БЛА малых и сверхмалых классов значительно затрудняют процесс захвата цели системами наведения без визуального контроля, поскольку им сложно отличить БЛА от ложных мишеней или птиц без помощи оператора. Если же для селекции используется более мощная наземная система обнаружения цели, то в этом случае нецелесообразно применять принцип самонаведения при помощи ГСН.

Учитывая вышесказанное, для сравнения в данной статье были отобраны управляемые ракеты (УР) комплексов, не относящихся к ПВО, но позволяющих помимо поражения основных целей уничтожать и БЛА малого и сверхмалого класса.

В качестве критических параметров для ОЭС ГСН можно указать следующее:

- разрешающая способность;
- стоимость;
- помехозащищенность;
- надёжность;
- вероятность селекции цели;
- устойчивость к изменению температуры;
- габаритно-весовые параметры.

Произведем интегральную оценку существующих ОЭС ГСН УР по предложенным критериям с точки зрения поражения БЛА малых и сверхмалых классов, для чего оценим их по 10-балльной шкале, где единица означает наихудший результат, а десять — наилучший (Таблица 1). Наилучшие результаты выделены темным цветом.

Исходя из данных, приведенных в таблице 1 видно, что наибольшим потенциалом для поражения БЛА малых и сверхмалых классов обладает ГСН УР «Spike», однако ни одна из предложенных ГСН не является эффективной для борьбы с ними. Также можно обобщить проблемы,

которые необходимо решить для успешного противодействия данному классу БЛА:

— Затрудненное обнаружение в инфракрасном диапазоне (ИК-диапазоне). Ключевую роль здесь играют малые габаритные размеры БЛА, т. е. необходимо высокое качество изображения цели (отношение сигнал/шум и разрешение) для применения алгоритмов селекции;

— небольшая стоимость БЛА малого и сверхмалого класса. Данная проблема делает применение большинства существующих средств экономически неэффективными — стоимость УР во много раз превышает стоимость таких БЛА. А существующие средства ПВО разработаны и применяются исключительно для борьбы с объектами более крупных классов — например, Predator (США), Nibbio (Италия), Taifun (Германия), Searcher II или NRUAV (Израиль).

Таким образом, основываясь на результатах оценки ГСН в Таблице 1, и, зная их характеристики, можно определить минимально-необходимые параметры новой ГСН для поражения БЛА малого и сверхмалого класса:

- разрешение — не менее $\approx 0,25$ мрад;
- автономность селекции цели на дистанции 1,5–2 км;
- помехозащищенность за счет алгоритмов селекции цели либо введения дополнительного информационного канала;
- неподверженность перепадам температуры в диапазоне не менее $\Delta T = 100$ °С;
- максимальные габариты, не более — диаметр 110 мм, длина 150 мм;
- стоимость не более 10000 \$.

Заключение.

В статье была проведена оценка современных ГСН, сформулированы минимально-необходимые требования, которые необходимо предъявлять к ОЭС ГСН УР для поражения малоразмерных маневренных БЛА.

Литература:

1. Wallace, R. J. Examining Unmanned Aerial System Threats & Defenses: A Conceptual Analysis / Ryan J. Wallace, Jon M. Loffi // International Journal of Aviation, Aeronautics, and Aerospace Volume 2 (Issue 4) 2015, Article 1
2. Лузан, А. ПВО в четвертом поколении — часть I / Александр Лузан // ВПК № 6 (670), 2017 г.

БИОЛОГИЯ

Видовое разнообразие водных моллюсков Гомельского района

Азявчикова Татьяна Владимировна, старший преподаватель;

Барабаш Анастасия Алексеевна, студент

Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины (Беларусь)

Моллюски, или мягкотелые, составляют ясно обособленную группу, и уже более ста лет назад их стали рассматривать как отдельный тип животных. Брюхоногие моллюски считаются наиболее массовыми животными, как по распространению, так и количеству. Роль их в жизни речных и озерных обитателей велика, образ жизни разнообразен. Их основные черты: асимметрия тела, обособленная от туловища голова, спиральная или цельная раковина. Благодаря большому количеству разновидностей организмов — от универсального до строго специфического — брюхоногие моллюски занимают на нашей планете самые различные экологические ниши.

Они играют значительную роль в круговороте веществ в водоемах. Обитая на дне и потребляя различные органические отложения, они ускоряют их разложение. Благодаря водному дыханию живородки и битинии очень чувствительны к качеству воды, являясь, таким образом, биологическим показателем качества воды. Все улитки — звенья в цепях питания водных биоценозов. Крупные прудовики (*Limnaea stagnalis*) чрезвычайно прожорливы и наносят немалый ущерб растениям в аквариуме, почему в аквариумы следует сажать только мелкие виды. Иногда прудовики пожирают, помимо частей растений, и мелких животных (гидр, простейших), едят рыбу икру, мясо и даже трупы уснувших рыб и погибших улиток [4, 6].

К классу двустворчатых относятся исключительно водные, малоподвижные донные моллюски с двустворчатой раковиной, полностью прикрывающей их тело. Класс насчитывает более 20 тыс. видов. По числу видов двустворчатые в несколько раз уступают брюхоногим, по численности и биомассе им нет равных. Они способны к агрегации и образуют массовые скопления. Двустворчатые моллюски в основном относятся к группе биофильтратов, питающихся взвешенными в воде частицами органических веществ и мелким планктоном, и потому играют существенную роль в биологической очистке вод. У большинства видов сильно развиты пластинчатые жабры, выполняющие не только дыхательную, но и фильтру-

ющую функцию. Поэтому этот класс имеет еще второе название — Пластинчатожаберные (*Lamellibranchia*). В связи с пассивным движением и питанием у двустворчатых редуцировалась голова. Все особенности их внешнего и внутреннего строения отражают их экологическую специализацию к малоподвижному или неподвижному образу жизни [1–3].

Целью работы явилось изучение видового разнообразия водных моллюсков Гомельского района.

Практическое значение заключается в том, что полученные данные о видовом разнообразии, плотности и распространении водных моллюсков важны для исследования роли этой группы в экосистемах водоемов и водотоков, а также для выявления характера и степени антропогенного воздействия на экосистемы, т. е. для биоиндикации состояния водных объектов.

Исследования проводились на трех стационарах Гомельского района:

Стационар 1. Река Сож. Стационар расположен на левом берегу р. Сож. Протяженность исследуемой береговой линии составляет 10 м. Берег обрывистый, песчаный, в меру зарос растительностью. Флора стационара представлена кубышкой желтой, ряской малой, стрелолистом обыкновенным, камышом обыкновенным, рдестом плавающим, осоками. Проективное покрытие растительностью берега составляет 30%.

Дно реки песчаное, хорошо прогреваемое. Ширина реки около 150 м, глубина варьирует от 1 до 3 м.

Стационар 2. Озеро Узкое. Озеро Узкое является старым руслом реки Сож. Исследования проводились на левом берегу озера. Протяженность исследуемого участка берега 10 м. Ширина водоема 30–50 м. Толщина водного слоя 1–3 м.

Берег слегка покатый, на нем располагается пойменный луг. На берегу можно встретить следующие виды растений: подорожник большой, тысячелистник, сусак зонтичный, синяг, стрелолист обыкновенный. В воде встречаются кувшинка белая, кубышка желтая, рдест плавающий, ряска малая, харовые водоросли.

Общее проективное покрытие берега 90%, водоема 50%.

Дно илистое, хорошо прогреваемое. В связи с плохим снабжением водой, водоем постепенно заболачивается.

Стационар 3. Ручей. Стационар представляет собой почти пересохшее русло ручья, впадавшего в реку Сож. Он проходит через густой смешанный лес.

Глубина ручья около 0,5м, ширина около 1м. Во время дождя наполняется водой. Дно сильно илистое, заросшее травянистой растительностью, засыпано древесным опадом.

Сбор материала для исследования осуществлялся методом пробных площадок, при помощи водного сочка в форме треугольника. Сбор производился следующим образом: выбирался участок вблизи берега, поскольку ширина сочка 40 см, то пробная площадка бралась размером 40:100 см. Затем сочком проводится по дну

пробной площадки, тем самым собирая раковины моллюсков, которые там находятся. Далее грунт промывается, удаляется водная растительность, в сочке остаются только раковины.

Все раковины изымаются из сочка, очищаются, варятся, тела моллюсков удаляются, затем раковины сушатся. Затем определяется видовая принадлежность собранных моллюсков. Сначала моллюски на глаз были рассортированы на классы: брюхоногие, двустворчатые; далее распознавались по определителям.

Далее проводилась математическая обработка полученных данных при помощи показателей количественной представленности видов.

В результате обработки материала, собранного на стационарах, установлено, что отловленные особи относятся к 2 классам — Gastropoda и Bivalvia.

Результаты исследований представлены в таблице 1.

Таблица 1. Видовой состав и количество отловленных особей на исследуемых стационарах

Род	Вид	Стационар 1	Стационар 2	Стационар 3	Σ
Класс Gastropoda Подкласс Orthogastropoda Отряд Pulmonata Семейство Lymnaeidae					
Род <i>Lymnaea</i>	<i>Lymnaea stagnalis</i>	6	4	14	24
Род <i>Galba</i>	<i>Galba palustris</i>	0	2	0	2
Род <i>Radix</i>	<i>Radix ovata</i>	0	2	0	2
Семейство Physidae					
Род <i>Physa</i>	<i>Physa pontinalis</i>	3	0	0	3
	<i>Physa acuta</i>	0	0	1	1
Семейство Planorbidae Подсемейство Planorbinae					
Род <i>Planorbis</i>	<i>Planorbis carinatus</i>	2	0	0	2
	<i>Planorbis planorbis</i>	0	5	8	13
Род <i>Coretus</i>	<i>Coretus coreus</i>	0	5	12	17
Род <i>Anisus</i>	<i>Anisus leucostoma</i>	0	1	0	1
	<i>Anisus septemgyratus</i>	0	0	6	6
	<i>Anisus contortus</i>	0	0	6	6
Род <i>Gyraulus</i>	<i>Gyraulus albus</i>	0	0	7	7
Подкласс Placobranchia Отряд Diotocandiae Семейство Valvatidae					
Род <i>Valvata</i>	<i>Valvata piscinalis</i>	0	0	1	1
Отряд Architaenioglossa Семейство Viviparidae					
Род <i>Viviparus</i>	<i>Viviparus viviparus</i>	78	25	3	106
	<i>Viviparus contectus</i>	0	0	3	3
Отряд Neotaentoglossa Семейство Bithynidae					
Род <i>Bithynia</i>	<i>Bithynia tentaculata</i>	8	1	2	11
	<i>Bithynia leachii</i>	0	0	1	1

Класс Bivalvia					
Подкласс Eulamellibranchia					
Надотряд Palaeoheterodonta					
Отряд Unionoidea					
Семейство Unionidae					
Род <i>Unio</i>	<i>Unio pictorum</i>	5	4	0	9
Род <i>Anodonta</i>	<i>Anodonta anatine</i>	0	3	0	3
Надотряд Heterodonta					
Отряд Veneroidea					
Семейство Dreissenidae					
Род <i>Dreissena</i>	<i>Dreissena polymorpha</i>	0	1	0	1
Семейство Sphaeriidae					
Род <i>Sphaerium</i>	<i>Sphaerium rivicola</i>	0	1	5	6
Род <i>Pisidium</i>	<i>Pisidium amnicum</i>	0	9	0	9
	Н»	0,3	0,8	1,9	
	С	0,4	0,3	0,12	
	Е	0,14	0,3	0,7	

Полученные данные показателей количественной представленности видов показывают, что стационар 1 характеризуется наименьшим значением индекса Шеннона *H*». Такие результаты объясняются условиями самого стационара — наличие течения и, как следствие, отсутствие богатой кормовой базы [5]. Значение индекса Симпсона показывают, что на стационарах доминируют незначи-

тельное количество видов. Значение индекса Пиелу показывает, что показатель нерешенности сообщества соответствует стационару 3. Это говорит о формировании сообщества.

Важным показателем при сравнении стационаров является коэффициент Жаккара. Результаты расчетов этого коэффициента представлены в таблице 2.

Таблица 2. Коэффициент Жаккара для исследуемых стационаров

Стационары	1	2	3
1	-	0,25	0,14
2	0,25	-	0,27
3	0,14	0,27	-

Из показателей коэффициента Жаккара видно, что стационары 1 и 2, а также стационары 2 и 3 имеют низкое сходство, а стационары 1 и 3 сходства не имеют. Это можно объяснить тем, что стационары 1 и 2 — это новое и старое русло реки, т. е. происходят постоянная миграция видов. Стационары 2 и 3 имеют сходство, поскольку являются стационарами с богатой кормовой базой, так как стационар 2 — заболочиваемое озеро, а стационар 3 — влажное русло ручья с множеством растительности. Стационары 1 и 3 не имеют сходства.

В ходе проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

— все собранные представители моллюсков, принад-

лежащих к 24 видам, 22 родам, 22 семействам, 5 отрядам, 2 подклассам, 2 классам;

— преобладающими по количеству видами являются *Viviparus viviparus*, *Lymnaea stagnalis*, в силу богатого разнообразия пригодного корма и подходящих условий обитания.

— из результатов исследований следует, что моллюски как тип довольно широко представлен на территории Гомельского района, что еще раз указывает на необходимость дальнейших исследований и мониторинга видового состава представителей типа Моллюски, а также бережного отношения к уникальным природным сообществам поймы русла реки Сож.

Литература:

1. Фауна водных моллюсков Беларуси: [монография] / Т.М. Лаенко; рец.: В.П. Семенченко, Е.И. Бычкова, А.П. Голубев; Национальная академия наук Беларуси, Научно-практический центр по биоресурсам. — Минск: Беларуская навука, 2012. — 128 с.
2. Лаенко, Т.М. Динамика популяции и особенности жизненного цикла моллюсков из временных водоемов / Т.М. Лаенко // Проблемы гидроэкологии на рубеже веков: материалы Междунар. конф. — СПб., 2000. — с. 94.

3. Лаенко, Т.М. Современное состояние фауны водных моллюсков Беларуси / Т.М. Лаенко, А.П. Голубев // Сахаровские чтения 2008 года: экологические проблемы XXI века: материалы 8-й междунар. конф., Минск, 22–23 мая 2008 г. / МГЭУ имени А.Д. Сахарова; под ред. С.П. Кундаса, С.Б. Мельнова, С.С. Позняка. — Минск, 2008. — с. 144–145.
4. Азявчикова, Т.В. Популяционная структура брюхоногих моллюсков старицы реки Сож / Т.В. Азявчикова, Е.П. Клещенко // Альманах современной науки и образования. — Тамбов: Грамота, 2013. № 11 (78). — С. 13–14.
5. Лопатин, И.К. Зоология беспозвоночных: учеб. пособие / И.К. Лопатин, Ж.Е. Мелешко. — Минск: БГУ, 2009. — 247 с.
6. Шалапенюк, Е.С. Практикум по зоологии беспозвоночных: учеб. пособие / Е.С. Шалапенюк., С.В. Буга; под ред. Г.К. Киселёва. — Мн.: Новое знание, 2002. — Мн. — 272 с.

Optimization of a protective medium for freeze-dried strains of *Streptococcus thermophilus*

Cartasev Anatoli Alexandr, PhD student

Scientific research institute of horticulture and food technology of Moldova (Chisinau)

*The aim of the present study was to optimizing the protective medium for preservation the viability of *S. thermophilus* strains after freeze-drying process. The optimal composition of the protective agents was determined according to the selected design of experiments type H_{A4} . Experimental data processing allowed to obtain the regression equation, which describes in natural values ($p < 0.05$) the changes of *S. thermophilus* viability depending on the content of protective agents in the protective medium. The detailed analysis of the regression equation gives a possibility to conclude that saccharose and sodium citrate mostly contribute and significant increase the viability of *S. thermophilus* strains after freeze-drying, that also means the keeping important biotechnological properties of studied bacterial strains.*

Keywords: *Streptococcus thermophilus, freeze-drying, protective medium, optimization*

*Целью настоящего исследования была оптимизация защитной среды для сохранения жизнеспособности штаммов *S. thermophilus* после лиофилизации. Оптимальный состав защитных агентов определялся в соответствии с выбранной схемой эксперимента типа H_{A4} . Обработка экспериментальных данных позволила получить уравнение регрессии, которое описывает в естественных значениях ($p < 0,05$) изменения жизнеспособности штаммов *S. thermophilus* в зависимости от содержания защитных агентов в защитной среде. Детальный анализ уравнения регрессии дал возможность сделать вывод о том, что сахара и цитрат натрия в большей степени способствуют и значительно увеличивают жизнеспособность *S. thermophilus* после лиофилизации, что также означает сохранение важных биотехнологических свойств изученных бактериальных штаммов.*

Ключевые слова: *Streptococcus thermophilus, лиофилизация, защитная среда, оптимизация*

The industrial use of lactic acid bacteria (LAB), as biotechnological agents for dairy products, requires their preservation, especially maintaining viability, genetic stability, purity and their biotechnological properties.

Generally, the technology of bacterial concentrates production includes main operations such as preparing and sterilizing the nutrient medium, inoculating by selected strains and accumulation of culture biomass, separating biomass from the culture liquid, transferring the bacterial concentrate into the protective medium, freeze-drying, packing and storing the dried concentrate.

Freeze-drying is a process in which water is frozen, followed by its removal from the sample, initially by sublimation (primary drying) and then by desorption (secondary drying).

The main principle involved in freeze drying is a phenomenon, where water passes directly from ice state to the vapor state without passing through the liquid state [1].

An important role in maintaining of the viability of microorganisms during freeze-drying plays the protective medium. As a rule, the protective medium contains lipoprotector agents that preserve microorganisms from the harmful effects of freezing. Their use reduces or prevents the formation of intracellular ice crystals [2].

There are many substances with lyoprotective properties, the mechanism of action of which is of two types: penetrating (penetrating into the cell); non-penetrating (do not penetrate the cell). Penetrating lyoprotectors inhibit the formation of ice crystals due to the formation of hydrogen bonds

with water molecules. The most commonly used are: glycerol, propylene glycol, ethylene glycol, dimethyl sulfoxide. The operating principle of non-penetrant lyoprotectors is not yet fully studied. Possibly, the principle of action is to reduce the rate of growth of crystals and protect cells from osmotic pressure difference. The non-penetrant lyoprotectors divide into two groups of substances: oligosaccharides (saccharose and trehalose) and molecular weight such as ficolalbumin, polyvinylpyrrolidone. The following substances are also available: maltodextrin, sorbitol, calcium ascorbate, glutamate [3].

Usually, a protective medium for preserving LAB makes up on a milk-based phosphate buffer with the addition of glycerol, lactose/saccharose, sodium citrate and gelatin [4].

The mechanism for optimizing protection medium was established by developing appropriate mathematical model for calculating the viability index of bacteria considering all possible interactions between the protective substances used.

In this study the optimal composition of the protective agents for *S. thermophilus* strains was determined according to the selected design of experiments type H_{A4} displayed in Table 1. The twenty-four combinations of protective medium of five design factors were run in triplicate.

The mathematical planning of experiments assume the specification of the form of the matrix-system of experiments, consisting of structured data, in which all possible combinations between the levels of influence factors are reflected. These data define the matrix of experiences or, in other words, the system-matrix of planned experiments [5].

The practice of planned experiments, influence factors are attributed to two variance levels: x_h a higher level and x_l a lower level. These two levels are chosen at a distance equal to the center x_0 of the influence factor, called the base level or the zero

point, which indicates the value of the influence factors around which the experimental modeling is to be performed. The interval limited by the lower and upper values of the influence factors defines the experimental field. All factors of influence may take values within this range of variation. To simplify the presentation and to generalize the system matrix of the factorial experiments, a coordinate transformation is applied by adopting the following convention: the symbol «+1» is attached to the upper level of the influence factor, the lower level is the symbol «-1», and of the central point (in case of the experiment at three levels of investigation), respectively the symbol «0» [5].

The values of the experimental factors were chosen in a base of preliminary experimental results. The impact of glycerol, saccharose, sodium citrate and gelatin on viability of *S. thermophilus* strains were studied after freeze-drying.

Cultivation of *S. thermophilus* strains were performed at optimal parameters in sterilized hydrolyzed milk medium for 6 h at the 40 ± 1 °C till pH 4.6 ± 0.1 was reached. Further, the biomass was separated from the culture liquid by centrifugation at $11000 \times g$ for 30 ± 2 min. The biomass was transferred to the protective medium in a ratio 1:1 and then freeze-dried in a lyophilizer (LABCONCO, USA). The freeze-drying process was performing in vacuum and lasted 20 ± 2 h. Under these conditions, bacteria were kept in an anabolic state with limited metabolism.

Enumeration of *S. thermophilus* was performed using the spread count method. Obtained values were compared with the data before drying. Data were expressed as mean \pm standard error using one-way ANOVA by SPSS® version 17.0. Means were compared using Duncan's multiple range tests, and statistical significance was standard by ANOVA at $p < 0.05$.

Table 1. Experimental design

Sample	Encoded variables				Uncoded variables, % (rest of skim milk)				Viability Y %
	x1	x2	x3	x4	x1	x2	x3	x4	
					glycerin	saccharose	sodium citrat	gelatin	
1	+1	+1	+1	+1	30	15	10	10	84*
2	-1	-1	+1	+1	10	5	10	10	61
3	+1	-1	-1	-1	30	5	5	2	57
4	-1	+1	-1	+1	10	15	5	10	90
5	+1	-1	-1	+1	30	5	5	10	62
6	+1	+1	+1	-1	30	15	10	2	72
7	-1	-1	+1	-1	10	5	10	2	58
8	-1	+1	+1	+1	10	15	10	10	70
9	+1	-1	+1	+1	30	5	10	10	61
10	+1	+1	-1	-1	30	15	5	2	62
11	-1	-1	-1	-1	10	5	5	2	59
12	-1	+1	+1	-1	10	15	10	2	87
13	+1	-1	+1	-1	30	5	10	2	52
14	+1	+1	-1	+1	30	15	5	10	71
15	-1	-1	-1	+1	10	5	5	10	60
16	+1	0	0	0	30	10	7,5	5	73
17	-1	0	0	0	10	10	7,5	5	75

18	0	+1	0	0	20	15	7,5	5	95
19	0	-1	0	0	20	5	7,5	5	62
20	0	0	+1	0	20	10	10	5	97
21	0	0	-1	0	20	10	5	5	87
22	0	0	0	+1	20	10	7,5	10	85
23	0	0	0	-1	20	10	7,5	2	88
24	0	0	0	0	20	10	7,5	5	89

In the result of processing the experimental data was obtained the regression equation (1) which describes in natural values ($p < 0.05$) the changes of *S. thermophilus* viability depending on the content of protective agents in the protective medium.

$$Y = 56.83 - 0.25G + 2.06Z + 0.17CS + 0.02G \quad (1)$$

where Y is viability of LAB (%), G is glycerol content (%), Z is saccharose content (%), CS is sodium citrate content (%), G is gelatin content (%).

The values and signs of the regression coefficients in equation (1) conclude that saccharose, gelatin and sodium citrate positive influence the viability of freeze-dried strains of *S. thermophilus* while the effect of glycerol has a negative impact since a high concentration of glycerol has a toxic effect. The main role of saccharose consists in the reduction of the speed of formation of the gelatin crystals during freezing.

A typical 3D surface plot, showing the effect of saccharose, glycerin, and sodium citrate is present in Fig. 1.

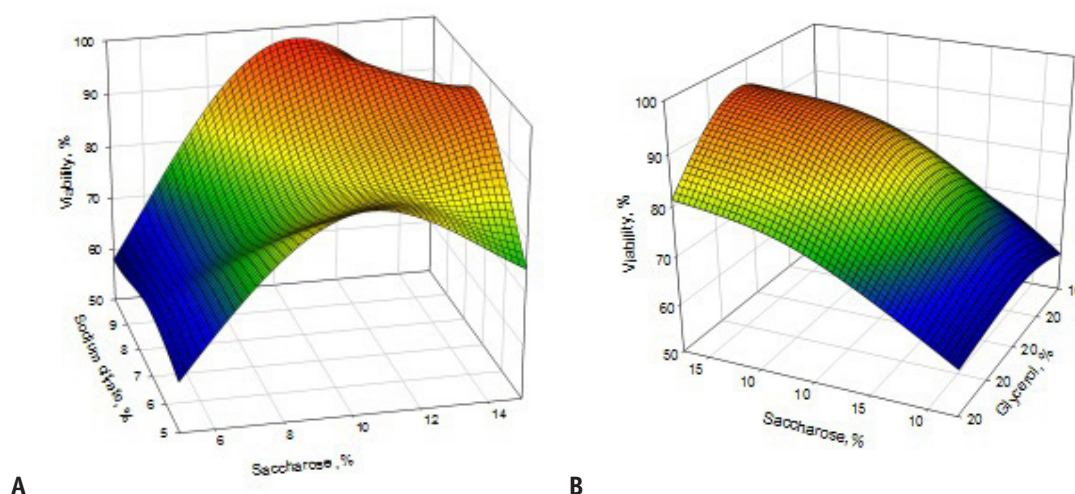


Fig. 1. 3D surface plot displaying the influence of A) sodium citrate and saccharose, B) saccharose and glycerol on viability of freeze-dried *S. thermophilus* strains

The detailed analysis of equation (1) gives a possibility to conclude that saccharose and sodium citrate mostly contribute and significant increase the viability of *S. thermophilus* strains after freeze-drying, that also means the keeping important biotechnological properties.

The practical application of the obtained mathematical model (equation 1) will allow determining optimal amounts of protective agents for the production of the starter cultures in the stated range of the sucrose, glycerol and sodium citrate content in the protective medium.

References:

1. Семенов Г. В. Вакуумная сублимационная сушка. — 2013: Москва: ДеЛи плюс, 2013. — 264 с.
2. Arai S. Global view on functional foods: Asian perspectives // British Journal of Nutrition. — 2002. — № 88. — P. 139–143.
3. Uriot O., Denis S., Junjua M., Roussel Y., Dary-Mourot A., Blanquet-Diot S. Streptococcus thermophilus: From yogurt starter to a new promising probiotic candidate? // Journal of Functional Foods. — 2017. — № 37. — P. 74–89.
4. Day J. G., Stacey G. N. Cryopreservation and Freeze-Drying Protocols. — Second Edition. — 2007: Springer Science & Business Media, 2007. — 347 p.
5. Cicala E. F. Metode de prelucrare statistică a datelor experimentale. — 1999: Timișoara: Editura Politehnica, 1999. — 197 p.

МЕДИЦИНА

Возможности УЗИ и МРТ в диагностике травматических повреждений внутренних структур коленного сустава

Абдушарипов Махмуджон Атабаевич, ассистент
Ташкентская медицинская академия, Ургенчский филиал (Узбекистан)

В ортопедии и травматологии долгое время основным методом лучевой диагностики оставался рентгенографический. При этом визуализация мягких тканей всегда была затруднена. Применение контрастирования как газами, так и жидкими контрастами далеко не всегда позволяло получить информативные изображения. Большинство ортопедов-травматологов по-прежнему предпочитают полагаться на клинические данные [1]. Нераспознанные и поздно диагностированные травмы коленного сустава трудно поддаются лечению и приводят к длительной потере трудоспособности [2, 3]. Поэтому важно решить проблему ранней диагностики повреждений коленного сустава предпочтительнее без инвазивного вмешательства для определения тактики ведения пациента. Данным требованиям в настоящее время удовлетворяют магнитно-резонансная томография и ультразвуковая диагностика [4, 5, 6, 7]. С учетом дороговизны комплексного обследования встают вопросы об информативности каждого из методов, и какому из них следует отдать предпочтение для диагностики повреждений и структурных изменений элементов коленного сустава как до, так и после оперативного лечения.

Цель. Определить возможности МРТ и УЗИ в диагностике повреждений внутренних структур коленного сустава.

Материалы и методы. Было обследовано 79 пациентов (79 коленных суставов: 51 (64,5%) правый и 28 (35,5%) левый) с различными травмами коленного сустава в возрасте от 17 до 56 лет (средний возраст 33,6 года). Всем пациентам были проведены УЗИ, МРТ и лечебно-диагностическая артроскопия.

Обследование проводили на ультразвуковых аппаратах SIEMENS- и SONOSTAR-200 линейным высокочастотным датчиком с базовой частотой 5–7,5 МГц, работающим в режиме реального времени. МРТ проводили на томографе Echostar фирмы Alltech напряженностью поля — 1,5 Тл. Контрастное усиление не применяли. Были применены T2, T1, PD, FS режимы в трех проекциях.

Данные МРТ и УЗИ были анализированы следующим категориям:

- 1) истинно положительный (ИП): когда диагноз разрыва на УЗИ или МРТ был подтвержден при АС;
- 2) истинно отрицательный (ИО): если диагноз отсутствия разрыва на УЗИ или МРТ был подтвержден при АС;
- 3) ложноположительный (ЛП): если УЗИ или МРТ показали разрыв, но при АС это не было подтверждено;
- 4) ложноотрицательный (ЛО): если УЗИ и МРТ данные были отрицательными, но АС показала разрыв.

Для оценки возможности МРТ и УЗИ были рассчитаны следующие параметры:

Чувствительность (Se) ультразвукового исследования и магнитно-резонансной томографии для оценки эффективности методов вычисляли по формулам [8]:

$$1) \quad Se = \frac{TP}{D} \times 100\%$$

где TP — истинно положительные результаты исследования; D — количество всех обследованных методом УЗИ.

$$2) \quad Se = \frac{TP}{TP + FN} \times 100\%$$

где TP — истинно положительные результаты исследования; FN — ложноотрицательные результаты.

Специфичность (Sp) ультразвукового исследования и магнитно-резонансной томографии вычисляли по формулам [8]:

$$1) \quad Sp = \frac{TN}{D} \times 100\%$$

где TN — истинно отрицательные результаты исследования; D — здоровые суставы.

$$2) Sp = \frac{TN}{TN + FP} \times 100\%$$

где TN — истинно отрицательные результаты исследования; FP — количество ложноположительных результатов.

После получения МРТ-изображений всем пациентам для верификации данных результатов МРТ-исследований была проведена лечебно-диагностическая артроскопия на аппарате фирмы АЗИМУТ.

Результаты и обсуждение. По данным УЗИ и МРТ разрыв крестообразных связок выявлено у 9 больных, внутреннего мениска — у 31 пациентов, наружного мениска — у 4 больных. Сочетанное повреждение внутреннего и наружного менисков диагностировано у 9 человек, внутреннего мениска и крестообразных связок — у 15 пациентов, наружного мениска и крестообразных связок — у 6 больных, внутреннего, наружного менисков и крестообразных связок — у 5 человек. Таким образом, изолированные повреждения встречались у 44 больного (55,7%), сочетанные повреждения — у 35 человек (44,3%).

Сравнительный анализ выявляемости изолированных повреждений менисков и крестообразных связок при помощи УЗИ и артроскопии представлен в таблице 1.

Таким образом, из 31 больных с повреждением внутреннего мениска, подтвержденного при артроскопии, у 20 пациента обнаружена данная патология при УЗИ. Затруднительной оказалась диагностика повреждений наружного мениска из-за наличия выпота в полости сустава и выраженного отека окружающих сустав тканей. В трех случаях из 9 при УЗИ было диагностировано повреждение крестообразных связок, тогда как в остальных случаях

связки не были доступны для осмотра из-за недостаточного угла сгибания в коленном суставе вследствие выраженного болевого синдрома.

При сочетанных повреждениях структур коленного сустава во всех комбинациях чаще находили повреждение внутреннего мениска, однако частота выявляемости патологических изменений внутрисуставных структур по сравнению с артроскопией оставалась более низкой, чем у больных с изолированными повреждениями.

Сравнительный анализ выявляемости сочетанных повреждений внутреннего мениска и крестообразных связок при помощи УЗИ и артроскопии представлен в таблице 2.

Сводные данные, общие результаты по выявляемости повреждений элементов коленного сустава методом УЗИ в сравнении с данными артроскопии приведены в таблице 3.

Таким образом, у пациентов с закрытыми повреждениями коленного сустава при артроскопии диагностировано повреждение внутреннего мениска у 54 больных, из которых только у 34 человек изменения структуры, частичное или полное повреждение внутреннего мениска обнаружены при исследовании на ультразвуковом аппарате. Наружный мениск был поврежден в 20 случаях, подтвержденных при артроскопии, и лишь в 5 случаях — при исследовании на ультразвуковом аппарате. Использование метода УЗ-диагностики при выявлении повреждений крестообразных связок до оперативного лечения неэффективно, поскольку в этот период связка недоступна для визуализации из-за выраженного болевого синдрома в острый период травмы.

Сравнение результатов МРТ и артроскопии у больных с повреждениями внутрисуставных структур после травмы коленного сустава до оперативного лечения представлены в таблице 4.

Таблица 1. Сопоставление данных УЗИ и артроскопии при изолированных повреждениях структур коленного сустава

Объект исследования	Методы исследования		
	УЗИ		артроскопия
	есть повреждение	нет повреждения	
Внутренний мениск	20	11	31
Наружный мениск	-	4	4
Крестообразные связки	3	3	9

Таблица 2. Сопоставление данных УЗИ и артроскопии при сочетанных повреждениях структур коленного сустава

Объект исследования	Методы исследования		
	УЗИ		артроскопия
	есть повреждение	нет повреждения	
Внутренний и наружный мениск	3	6	9
Внутренний мениск и крестообразные связки	7	8	15
Наружный мениск и крестообразные связки	2	4	6
Внутренний, наружный мениск и крестообразные связки	1	4	5

Таблица 3. Результаты выявляемости повреждений структур коленного сустава методом УЗИ в сравнении с данными артроскопии

Объект исследования	Методы исследования		
	УЗИ		артроскопия
	есть повреждение	нет повреждения	
Внутренний мениск	34	26	60
Наружный мениск	5	19	24
Крестообразные связки	4	31	35

Таблица 4. Сравнительная характеристика результатов МРТ и артроскопии у больных с повреждениями элементов коленного сустава до лечения

Объект исследования	Методы исследования		
	МРТ		артроскопия
	есть повреждение	нет повреждения	
Внутренний мениск	58	2	60
Наружный мениск	18	1	24
Крестообразные связки	31	4	35

Таким образом, при обследовании пациентов с закрытыми повреждениями коленного сустава методом МРТ до выполнения артроскопии лишь в 3 случаях не было диагностировано повреждение менисков, подтвержденное при артроскопии, в одном случае — повреждение наружного мениска, в двух случаях — внутреннего мениска, в 4 случаях было пропущено повреждение крестообразных связок.

Результаты расчета чувствительности и специфичности ультразвукового метода при диагностике повреждений элементов коленного сустава представлены в таблице 5.

Результаты расчета чувствительности и специфичности магнитно-резонансной томографии при диагностике повреждений структур коленного сустава представлены в таблице 6.

Таблица 5. Чувствительность и специфичность ультразвукового метода при оценке структур коленного сустава

Объект исследования	Чувствительность метода УЗИ	Специфичность метода УЗИ
Внутренний мениск	56,7%	78,9%
Наружный мениск	20,8%	81,1%
Крестообразные связки	11,4%	90,9%

Таблица 6. Чувствительность и специфичность магнитно-резонансной томографии при диагностике повреждений структур коленного сустава

Объект исследования	Чувствительность метода МРТ	Специфичность метода МРТ
Внутренний мениск	96,7%	100%
Наружный мениск	75%	98,2%
Крестообразные связки	88,6%	97,7%

Выводы.

Полученные данные свидетельствуют о достаточной эффективности ультразвукового исследования для диагностики изолированных повреждений менисков и малой эффективности для диагностики повреждений крестообразных связок, что связано с отсутствием достаточного угла сгибания в коленном суставе в острый период травмы, а также для диагностики сочетанных повреждений коленного сустава. В данном случае предпочтительнее ис-

пользовать магнитно-резонансную томографию, что подтверждает сравнительный анализ результатов МРТ и артроскопии и данные расчетов чувствительности и специфичности метода для диагностики закрытых повреждений коленного сустава. МРТ полезна в случаях, когда необходимо провести детальную дифференциальную диагностику, а также когда клиническое обследование не может быть выполнено из-за острых повреждений и в случаях, когда клиническое обследование не дает результатов.

Литература:

1. Головаха, М. Л., Лоскутов А. Е., Егоров В. Ф. Корреляция данных магнитно-резонансной томографии и артроскопии при травматических повреждениях коленного сустава / Лікарю, щопрактикує / To General Practitioner // Том 12, № 2, 2011, 99–105 стр.
2. Зайцева, Е. М., Алексеева Л. И., Смирнов А. В., Насонов Е. Л. Магнитно-резонансная томография при остеоартрозе // Науч.-практ. ревматология. 2006. № 5. с. 59–75.
3. Крылов, В. В., Дроздовский Б. Я., Иконников И. А., Паршин В. С. Ультразвуковое сканирование в диагностике ревматического поражения коленных суставов // Мед. радиология. 1989. № 6. с. 31–35.
4. Васильев, А. Ю., Климова И. Б., Шляпак Е. А., Зимин В. Л., Железинская Н. В. Ультразвуковое исследование в оценке состояния коленного сустава при деформирующем артрозе // Вестн. рентгенологии и радиологии. 2001. № 2. с. 38.
5. Васильев, А. Ю., Малый А. Ю., Серова Н. С. Анализ данных лучевых методов исследования на основе принципов доказательной медицины: учебное пособие. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008. 32 с.
6. Миронов, С. П., Еськин Н. А., Орлецкий А. К., Лялин Л. Л., Богдасhevский Д. Р. Эхография патологии коленного сустава // SonoAce — International. 2006. № 14. с. 78–89.
7. Jeffrey, D. R., Watt I. Imaging hyaline cartilage. Br. J. Radiol. 2003;76 (911):777–87.
8. Васильев, А. Ю., Малый А. Ю., Серова Н. С. Анализ данных лучевых методов исследования на основе принципов доказательной медицины: учебное пособие. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008. 32 с.

Заготовка трансплантата для аутологичной трансплантации гемопоэтических стволовых клеток

Боранбаева Риза Зулкарнаевна, доктор медицинских наук;
 Умбетов Куаныш Орынбасарович, зав. Отделением;
 Куанышбаева Аийда Жазылбековна, врач;
 Шерезданова Акерке Алтынбековна, врач
 Научный центр педиатрии и детской хирургии (г. Алматы, Казахстан)

Концентрация ядродержащих клеток (ЯСК) в лейкоконцентрате полученного путем аппаратного лейкоцитозераза для аутологичной трансплантации гемопоэтических стволовых клеток (аутоТГСК) существенно влияет на сохранность и жизнеспособность гемопоэтических стволовых клеток (ГСК) на этапе добавления криоконсерванта DMSO (dimethyl sulfoxide). В 6 (24%) случаях, количество ГСК снизилось значительно, почти менее 50% от заготовленной дозы. При этом лейкоконцентрат содержал $>150 \cdot 10^9$ /л ЯСК, таким образом, при процессе обработки процессинга ГСК теряется большое количество СК. Нами предложен метод снижения объема в зависимости от концентрации клеток, что показало существенную сохранность количества и жизнеспособность СК в трансплантате.

Ключевые слова: аутологичная трансплантация, гемопоэтические стволовые клетки, лейкоцитозераз, криопротектор

Трансплантация гемопоэтических стволовых клеток (ТГСК) как медицинская технология, занимает особое место в терапевтическом арсенале злокачественных новообразований, и является эффективным, в то же время рискованным методом лечения пациентов с онкологическими, гематологическими и аутоиммунными заболеваниями [1]. Основной ролью ТГСК является восстановление гемопоэза после высокодозной химиотерапии, что позволяет многократно эскалировать разовые дозы некоторых цитостатиков. Динамика восстановления кроветворения напрямую зависит от количества трансплантированных гемопоэтических стволовых клеток (ГСК) и во многом определяет успех трансплантации [2].

Одним из видов трансплантации является аутологичная трансплантация гемопоэтических стволовых клеток (АутоТГСК). Более распространенным источником ГСК для аутоТГСК является — периферическая кровь пациента / донора. Для этого больному выполняется мобилизация путем ежедневного (в течение 4–7 дней) введения гранулоцит-колониестимулирующих факторов (G-CSF), в результате чего происходит выход ГСК из костного мозга в периферическую кровь [3]. В последующем выполняется сбор ГСК с помощью аппаратного лейкоцитозераза. Данная процедура аппаратного лейкоцитозераза продолжается пока не будет собрана трансплантационная доза ($>2 \times 10^6$ СК на кг пациента), достаточная для успешного

восстановления кроветворения после высокодозной химиотерапии.

Однако, не у всех пациентов/доноров удается получить хороший ответ на мобилизацию и собрать достаточное количество ГСК путем лейкоцитафереза. Эти препятствия связаны с динамикой выхода ГСК в периферическую кровь, весьма индивидуальный, и могут быть обусловлены статусом больного (возраст, пол, вовлечением КМ в патологический процесс. В конечном итоге, дни мобилизации могут быть продлены и сбор ГСК из периферической крови выполняется на поздних сроках мобилизации и не всегда бывает результативным. Часто возникает необходимость в повторном лейкоцитаферезе на еще более поздних сроках мобилизации. Однако периферическая кровь в поздние сроки мобилизации характеризуется значительным изменением клеточного состава. Данные изменения в периферической крови обусловлены фармакологическими свойствами препарата G-KSF, который не только стимулирует пролиферацию и выход ГСК из КМ, но и их созревание, а также выход зрелых форм лейкоцитов из депо. В связи с этим на поздних сроках мобилизации наблюдается значительный рост концентрации зрелых ядросодержащих клеток (ЯСК), которые провоцируют высокий лейкоцитоз полученного путем аппаратного лейкоцитафереза трансплантационного материала. Такие ситуации возможны, если лейкоцитаферез выполнялся на фоне высоких концентрации ЯСК. В итоге концентрация ЯСК клеток в транс-

плантате может достигать $300-500 \times 10^9$ клеток/л, что, согласно мнению ряда авторов, обуславливает низкую сохранность ГСК в процессе замораживания и размораживания. Однако авторами [Грицаев С. В. Кузьева А. А.] не предлагаются конкретные пути решения данной проблемы. Тем временем, разработка методов коррекции лейкоцитоза в трансплантате даст возможность улучшить сохранность ГСК в процессе замораживания и размораживания.

Цель исследования:

Улучшить сохранность СК трансплантата полученных с большим количеством лейкоцитов из периферической крови при криоконсервации.

Материалы и методы исследования:

Для оценки влияния гиперлейкоцитоза на сохранность ГСК проведен ретроспективный анализ результатов обработки и криоконсервации 40 образцов трансплантата, полученного у 33 пациентов: с нейробластомой — 25, с лимфомой ходжкина — 12, ретинобластомой — 2 и Саркома Юинга — 1. В период выхода из аплазии кроветворения в среднем на +10 день после блока полихимиотерапии (ПХТ) пациентам назначалось ежедневное подкожное введение G-KSF в дозе 10мкг/кг фактической массы тела, включая день сбора ГСК из периферической крови пациента/донора. Полученный продукт афереза по протоколу заготовки ГСК подвергался обработке до криоконсервации и хранения, что обуславливало дополнительные потери ЯСК (рисунок 1)

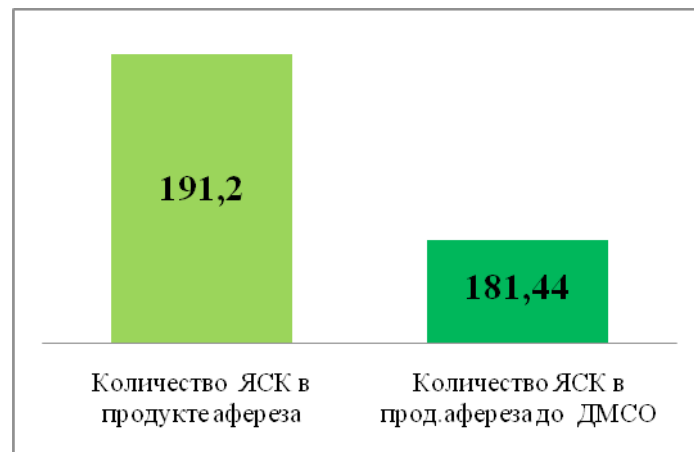


Рис. 1. Показатель потери клеток на этапе обработки ЯСК 106 /кг

На 1 рисунке показано, что потеря клеток на этапе обработки полученного продукта афереза составила 6.5%.

К хранению трансплантат был подготовлен путем добавления криопротектора в котором конечная концентрация DMSO в трансплантате составляло 10%. В последующем трансплантат подвергали программному замораживанию и хранению в жидком азоте. Пробы для анализа ЯСК и количества ГСК отбирались до и после до-

бавления криопротектора (DMSO), а также после размораживания трансплантата. На данных этапах для оценки зависимости сохранности ГСК от концентрации ЯСК применялся корреляционный анализ.

Для апробации метода коррекции гиперлейкоцитоза выполнено проспективное исследование с использованием 12 образцов с высокой концентрацией WBC от 150 до 600×10^9 /л WBC. В полученный путем обработки материал в асептических условиях добавлялась аферезная ау-

топлазма для снижения концентрации ЯСК ниже уровня $150 \times 10^9/\text{л}$.

Результаты клинического опыта (12 образцов) сравнивались с результатами, полученными до метода коррекции гиперлейкоцитоза (сравнительные образцы — 28). Анализ жизнеспособных ГСК исследовался до и после добавления криопротектора, а также после размораживания трансплантата. Количество и жизнеспособность ГСК оценивалось на проточном цитометре «Contu-II» с использованием набора моноклональных реагентов. Концентрацию ЯСК определяли с помощью анализатора Sysmex KX-21N.

Результаты исследования: Зависимость сохранности жизнеспособности ГСК от концентрации ЯСК в трансплантате.

Забор СК периферической крови был начат на 5–6-е сутки, при достижении количества ГСК $>20 \times 10^6/\text{л}$. После проведения процедуры афереза в полученном продукте концентрация Wight Blood Cells (WBC) составила максимум до $530 \times 10^9/\text{л}$. В результате исследования выявлено, что после добавления криопротектора количество ГСК снизилось до $90.4 \pm 9.03 \times 10^6/\text{кг}$ от исходного значения, а жизнеспособность составил $98 \pm 2.01\%$ (рисунок 2)

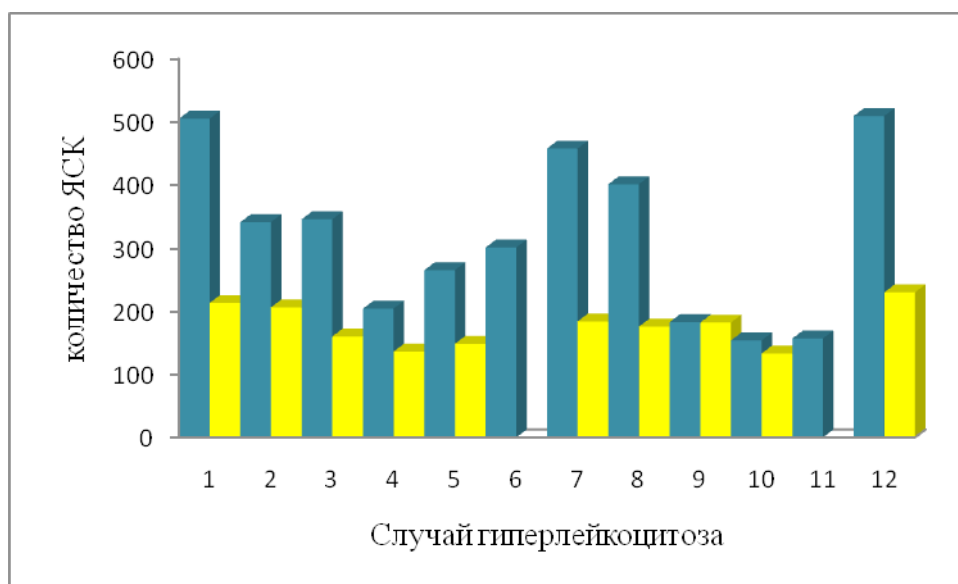


Рис. 2. Сравнительный анализ ГСК до и после добавления криопротектора

Нами замечено, что в случаях, когда общая клеточность материала превышала $300 \times 10^9/\text{л}$, количество СК снижалось на 15% от исходных значений. Так в 6 (24%) случаях, количество ГСК снизилось значительно, почти менее 50% от заготовленной дозы. При этом лейкоконцентрат содержал $>150 \times 10^9/\text{л}$ ЯСК, таким образом, при удалении ЯСК теряется большое количество СК.

Полученные результаты подтверждали наблюдения других авторов, которые сообщали о низкой сохранности ГСК при криоконсервации трансплантатов с гиперлейкоцитозом. Нами дополнительно установлено, что при высокой концентрации WBC в трансплантате гибель не только ГСК, но и гранулоцитов происходит уже на этапе добавления криопротектора.

Анализ аналогичных параметров на этапе размораживания показал, что сохранность и жизнеспособность ГСК зависит от концентрации ЯСК. Следовательно, концентрация ЯСК напрямую влияет на сохранность количества ГСК и на их жизнеспособность в процессе размораживания. В целом по литературным данным в процессе размораживания количество и жизнеспособность ГСК снижается на 10–15%. Суммарно на этапе введения криопротектора

(отмечено) снижение количества ГСК снизилось на 26%. Такое значительное снижение количества трансплантата может быть причиной посттрансплантационных нежелательных осложнений, связанных с длительными сроками восстановления гемопоэза. В связи с этим целесообразно проводить коррекцию гиперлейкоцитоза в трансплантате.

Методы коррекции: Нами предложена методика снижения объема трансплантата «путем расчета клеточности продукта афереза» до введения криопротектора в трансплантат. Для снижения лейкоцитов ниже $150 \times 10^9/\text{л}$ применялся следующий метод:

- Определить количество всех НС (ядросодержащих клеток) в данном объеме продукта афереза.
- Вычислить необходимый целевой объем для удобного расположения НС в трансплантате.
- В случае, если в лейкоконцентрате количество лейкоцитов превышает $150 \times 10^9/\text{л}$ то объем лейкоконцентрата разделяем на необходимое количество доз до достижения предлагаемого уровня клеточности в целевом объеме, тем самым обеспечив сохранность СК.

Представленные на 3 рисунке результаты снижения лейкоцитоза в продукте афереза показали, что сохран-

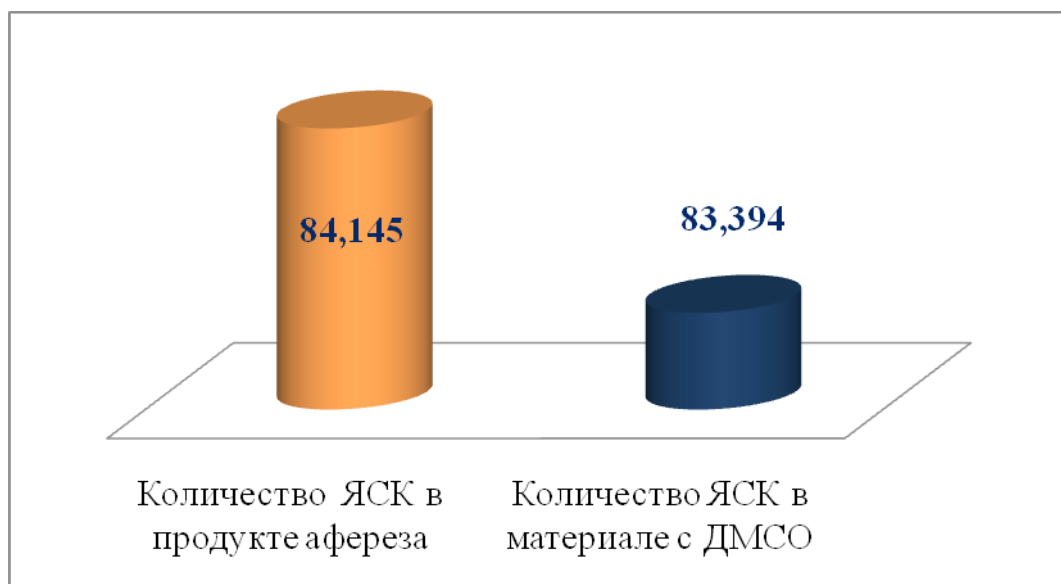


Рис. 3. Количество ЯСК корректированных трансплантатов

ность ЯСК клеток для лучшего приживления трансплантата достоверно выше, чем в случаях, проанализированных до использования метода коррекции (рисунок 3)

Таким образом, благодаря снижению лейкоцитоза в продукте афереза удалось сохранить количество и жизнеспособность СК на этапе до добавления криопротектора и сохранить количество ЯСК для лучшего приживления трансплантата.

Выводы:

Полученные данные свидетельствуют о том, что успех аутоТГСК зависит от множества факторов и не в по-

следнюю очередь зависит от трансплантата. Одним из важных условий сохранности качества трансплантата и количество СК для аутоТГСК является проведение лейкоцитафереза на ранних сроках мобилизации, а так же обеспечение общей клеточности трансплантата на допустимом уровне.

В результате исследования установлено, что введение криопротектора в трансплантат с высокой концентрацией WBC снижает сохранность и жизнеспособность ГСК.

Литература:

1. М. А. Масчан «Деплеция альфа/бета Т лимфоцитов — надежная платформа для развития трансплантации гемопоэтических клеток от гаплоидентичных доноров» 2015г; 2 стр.
2. Нукушева, С.Г., Омарова К.О., Тулебаева А.Б. «Опыт клинического применения операции аутологичной трансплантации гемопоэтических стволовых клеток в Республике Казахстан детям с рецидивами лимфомы Ходжкина» 2012г; 5стр.
3. Bensinger, W., DiPersio J. F., McCarty J. M. Improving stem cell mobilization strategies. Bone Marrow Transplantation. (3) стр. 181–195
4. Боранбаева, Р.З., Омарова К.О., Тулебаева А.Б., Булегенова М.Г. «Трансплантация гемопоэтических стволовых клеток у детей с онкогематологическими заболеваниями в Республике Казахстан» 2014 г. стр. 30–32

Optimization of clinical lecture as a leading organizational form of training

Karieva Shahnoza Abdukamalovna, assistant;
Golubina Irina Vyacheslavovna, assistant;
Ortiqboeva Shahnoza Ortiqboy qizi, assistant
Tashkent Pediatric Medical Institute (Uzbekistan)

Оптимизация клинической лекции как ведущей организационной формы обучения

Кариева Шахноза Абдукамаловна, ассистент;
Голубина Ирина Вячеславовна, ассистент;
Ортиқбоева Шахноза Ортиқбой қизи, ассистент
Ташкентский педиатрический медицинский институт (Узбекистан)

Opponents of the lecture put forward the following arguments:

Lecture accustoms to uncritical perception of other people's thoughts. Lecture, as a form of learning, originated even in Ancient Greece and Rome. From the time of medieval universities to this day, the lecture has been and remains the main form of transfer of knowledge to students. However, the attitude to this organizational form of training ranges from unconditional fetishism to its complete denial.

Since the middle of the XIX century, the introduction of practical and seminary classes in universities on the educational process has led to the division the organizational form into active and passive. Lecture by the majority of teachers, especially clinicians, is recognized as a passive form of instruction, subject to reduction. Even an outstanding clinician and educator N. I. Pirogov believed that lectures should be read only in two cases: if the teacher owns a new, nowhere published material and if he is a truly outstanding speaker [2].

1. The better the lecturer, then more uncritically perceive his material and believe «in word», or on the contrary stop listening to the lecturer.
2. Lectures reduce in students the desire for independent work, thinking and scientific research.
3. At the lecture students mechanically record or abstract the material, it follows that the knowledge that is generated is not strong.
4. Lecture accustoms to high school.
5. Information on the visual channel is perceived more quickly and more firmly than only through the auditory channel, hence the lectures are ineffective;
6. Lecture — a means of poverty in the absence of textbooks and literature, etc.

It is quite obvious that the last three arguments do not stand up to criticism in the age of information and literary abundance, and depend on the readiness of the department and the lecturer to read the richly illustrated lecture.

We set out to refute the first three arguments, which at first glance have an element of objectivity in themselves.

It is known that the content of the lecture, its construction and execution have a clear orientation to didactic characteristics of this organizational form of education, which are consistent, mainly with tasks, functions and methods of reading. Agreeing with A. V. Petrovsky (1989) in the definition of tasks and functions of the lecture, giving an idea of its significance and place in the general structure of the didactic process, we would like to focus on the methods of lecturing in the cycle learning system. This is due, not only to the problems of the cyclic system, which obviously generate the above arguments against the lecture, but also with many positive aspects of it, the most beneficial, in our opinion, for clinical disciplines.

In a cyclic learning system, clinical lectures can be read at the beginning of the study of the topic or at the end, after conducting the practical lessons. Proceeding from this MS. Diankina (2002) thus formulates the main didactic tasks of the lecture:

1. Formation of an approximate basis for the subsequent mastering by students of educational material on this topic or problem;
2. A final generalization of the material, as if the creation of a graphological structure of the educational theme, mastered in parts.

Traditional and block system of education allows to arrange logical lectures, and then practical lessons. We are also advocates of such a sequence of training at the clinical department. Moreover, cyclic studies, in our opinion, should begin with an introductory lecture which gives an idea of the significance and place of this particular subject in the overall structure of the doctor's training.

Usually, the introductory lecture is rich in examples from the life of the clinic, memorable situations and statistical material, which determine a relatively high level of assimilation. The subsequent lectures are thematic in nature, they contain facts, their analysis, conclusions, evidence of specific scientific positions and nosologies. It is here that the problems of mastering the material heard at the lecture begin, the level

of which is progressively decreasing with each subsequent lecture [4]. Moreover, the process of falling levels of mastering of lecture material can not be stopped either by the lecturer's oratorical skill, nor by the wealth of demonstrative material, it is only slightly inhibited [5]. Strong evidence of this can serve as the results of attestation of students and final exams, which clearly shows the survival of knowledge, obtained mainly in practical and seminar classes, more precisely, on «consultation-dragging».

An analysis of the causes of the current problem situation revealed the underlying «information explosion», characterized by a rigid time limit for training with a significant increase in the content of content [6, 7]. Obviously, this is one of the most violent contradictions in the educational process. On the other hand, the problem situation is defined by MS. Diankina (2000) — «the intellectual difficulty associated with the fact that students can not perform the task beforehand in a known way», i. e. The problem situation arises when there is a lack of basic knowledge for solving problems, and students understand this clearly. A problematic situation calls for a process of thinking [8]. And is the student ready to solve the problem situation that takes place on every single clinical lecture? In other words, to clinical thinking, without which he will not master the material presented by the lecturer at the proper level.

The analysis of the effectiveness of clinical lectures made it possible to identify the two most important factors needed to address this issue:

1. Selection of the contents of the clinical lecture;
2. Preparedness of the student to the perception of the lecture.

The first is largely determined by the professionalism of the clinical lecturer, which requires the elimination of duplication of both the material of the textbook and the material to be delivered to practical classes on this topic. The quality of the lecture should be oriented towards such pedagogical categories as expediency, scientificness, accessibility, novelty and visibility.

The situation is much more complicated with the second factor — the willingness of the audience to perceive the lecture material at the same level. In our opinion, this factor to a much greater extent determines the productivity of the lecturer and listeners.

Comparing the students' attention to the lectures delivered before and after the topic was passed in practical classes, we became convinced of the much greater interest and activity of the audience in the lecture, the topic of which had already been worked out in a practical lesson.

However, the analysis of mutual visits of practical classes ahead of the lecture topics testified to unjustified time losses for long theoretical discussions, and at times micro lectures of the instructor on the subject of the lesson. This is due to the different level of preparedness and knowledge of students, which forced the teacher to find the level of clarification of the topic optimal for the whole group. Unfortunately, this level often turned out to be below the average, not allowing

to solve the main tasks of the practical lesson, aimed at practicing practical skills and abilities.

Analysis of our medical education system with its continuously changing curricula and programs suggests that it not only instills a superficial approach to the study of medical science in general, but also brings up an «excursion» attitude in the study of the majority and, in particular, short-term clinical disciplines.

This mood discourages not only students, but also teachers, which dictates the need to search for motivational factors that force the work of both the student and the teacher. One of such methods of pedagogy, which contains a powerful mutually motivating factor, is, in our opinion, an interactive system of conducting the lesson. And in the first place it refers to a clinical lecture — a student from a passive listener becomes an active participant in a lecture-consultation. A preliminary analysis of reading, or rather of conducting, an interactive lecture at the Department of Children's Surgery I-TashGosMI, with the participation of group teachers, showed encouraging results. Briefly, the methodology of the interactive lecture introduced at our department is the following: on the introductory lesson to students, given the task prepare for the topic of the lecture on the recommended literature. At the same time, they warn that at the lecture every student is obliged: to give at least 2 and no more than 3 questions, according to the content of which he can get up to 50% of the total amount of the final control, lth lose them in the collection of negative points for an unsubstantiated question.

The lecture consists of 3 parts:

1. Theoretical: the lecturer, within 45 minutes, (no more), presents the main questions of the topic at the level of the elective course, using the classical («student») demonstrative material.

2. Dialogue (30 minutes): the lecturer, with the help of teachers, collects questions from students, organizes them and answers them more deeply, highlights the topic of the lecture, emphasizing the audience's attention to the most meaningful questions asked by the listeners of this cycle and by students who listened to this topic earlier. Important in the second part of the lecture is to bring examples from the practice of clinics, discussing the most common mistakes in the diagnosis and treatment of a particular patient.

3. The consultation (up to 15 minutes): the lecturer with the participation of teachers and the involvement of individual students discusses the thematic patient. At the same time the lecturer constructs a chain of judgments of his, teachers and students in such a sequence that should become an example of clinical thinking both in the formulation of the diagnosis and in determining the tactics of treatment.

The lecture concludes with a brief summary of the material read and discussed. The annual experience of reading the interactive lecture on pediatric surgery to the fifth year students of the medical faculty has shown significant advantages both in mastering the study material by students and in improving the lecturers' skills of lecturers.

The results of the anonymous questionnaire, conducted among students who attended such lectures, testified to the great interest and good orientation of listeners. More than

80% of questioned students identified the interactive lecture as the best method of motivation, conformance and formation of clinical thinking.

References:

1. Fundamentals of pedagogy and psychology of higher education. Ed. A. V. Petrovsky. // M., 1986.
2. Pirogov N. I. Selected pedagogical compositions. // M., 1953.
3. Talyzina N. F. Management of the learning process. // M., 1984.
4. Structure of the activity of the teacher-doctor. Ed. G. M. Bairova. // M., 1989.
5. New pedagogical thinking. Ed. A. V. Petrovsky. // M., 1989.
6. Diankina M. S. Professionalism of the teacher of the higher medical school. // M., 2000.
7. Esaulov A. F. Activation of teaching and teaching activities of students. // M., 1981.
8. Rubinshtein S. L. Fundamentals of General Psychology. // M., 1989.

Identification of the sex of dismembered corpses on finger dermatoglyphic indices

Shamsiev Abdulla Takubdzhanovich, assistant;
Ruziev Sherzod Ibadullaevich, senior researcher;
Yadgarova Shoxsanam Sharapovna, medical examiner
Tashkent pediatric medical institute (Uzbekistan)

Relevance: the Primary challenges posed by the investigating authorities to forensic medical examination is the identification of the person. In this regard, naturally increased interest in the use of affordable and effective research methods. One of the most convenient to study the «complex appearance» has become dermatoglyphics [1,2,3].

For over a century, dermatoglyphics remains an informative source and subject of studies in forensic science. So, in the works of a number of authors consider the questions of diagnostics of features of a person's fingerprints [4,5].

Published large number of papers on various aspects of dermatoglyphics, the data of which, in varying degrees, can be used for detection and investigation of crimes [2].

The genetic disease of papillary lines of the skin relief also allows you to try on the dermatoglyphics in medicine and anthropology [3]. With regard to the use of the characteristics of dermatoglyphics in medicine, it is primarily associated with clinical and sports medicine [5].

In the practice of forensic medicine and criminology dermatoglyphics, until recently, was used in the examination of disputed paternity, when the fingerprint identification and characterization of the individual papillary patterns — the establishment of gender, height, age [4].

The purpose of the study: to Study the constitutional, physical and externally-identification of factors on the basis of phenotypology finger and Palmar dermatoglyphics.

Research materials: 30 unidentified corpses in Republican Bureau of forensic medical examination and 50 students in TashPMI.

Research methods: we have Developed blind-stamped method provided us with the opportunity of obtaining in

the next phase of prints of volunteers (ie living persons). To conduct a paint-free method, we used an ordinary scanner «EPSON perfection — 200», with quality at 600 dpi in bmp format.

Results of the research: The obtained images were entered into the computer and automatically attached to the corresponding cells in the database. These images were in colour, so, after binding, they were transferred to black-and-white format. Most authors using dermatoglyphic method that relied only on account of the ridge from the center to the Delta. In connection with the problems arising in calculations of ridge papillaris fingers, we conducted research based on the developed software product «Analysis of ridge hand, finger and plantar papillaris method of Iskandarov — Kuziev». Based on the fact that, in most cases, the number of ridges can be the same in individuals of different sex and age, we have developed our own methodology. From the centre of papillary pattern to the periphery in a clockwise direction moves 240 rays. These rays form the 12 fields. In the path of rays are individual pieces of the pattern, such as bridges, Islands, branching and connections. This method allows rapid and efficient search through the database and compare the prints made as biometric and colorful methods. For the analysis of Palmar patterns there are four centers to three radii: a, b, c, d. From their centers to the periphery are sent to the rays, scanning all the features of the fingerprints (Fig. 1–4). The effect of this technique, scanning is the simultaneous scan of papillary patterns of fingers and palms, improving the quality of the source data, the contrast enhancement of different images of papillary drawings of fingers and palm, reducing system cost. Using this method is provided as pattern

of skin lines due to the increasing sensitivity to the lines and reduced sensitivity to fat traces.

Analysis of the distribution of cadaveric material by gender gave the following results (Fig. 5):



Fig. 1. The scanned fingerprint



Fig. 2. It looks like the image is translated by software into black and white format



Fig. 3. E-the skeleton of the image.



Fig. 4. The ridge count of papillare with directed from the center rays

The study of the relationship of dermatoglyphic characteristics with anthropometric and crime was based mainly on the performance of males, due to the fact that the hormonal, physiological and morphological characteristics of the male body contribute to the relative stability of these characteristics and their anamo-morphological manifestations, which allows them to correspond to the model of human development.

The study of the relationship of dermatoglyphic characteristics with anthropometric and crime was based mainly on the performance of males, due to the fact that the hormonal, physiological and morphological characteristics of the male body contribute to the relative stability of these characteristics and their anamo-morphological manifestations, which allows them to correspond to the model of human development.

Special attention was paid to the investigation of dermatoglyphic characteristics. In the process of research developed the most convenient modification of the description of skin patterns of the pads of the distal phalanges. This following

As can be seen from this diagram, we have analyzed the dermatoglyphic prints of the 30 corpses of persons of the Uzbek population, of which 25 (83,3%) belonged to males and only 5 (16.7%) are women.

modification: And — arc patterns, which are divided into the following subtypes: A1 — tent of the arc A2 — loopylove of the arc A3 — lonesomedove arc, A4 — ones spindle arc.

The fundamental difference consists only in the fact that the lower point is not the first sloping line, and the Delta. The upper point is placed as in the arcs. Ridge score is calculated as the number of papillary lines crossing conditional vector, and the number of ridges, «trailer» to the line of the Delta coming up. The Delta in the calculation is not involved. The evaluation of these indicators is conducted by the tilt of the arc. If it is vertical, the counting is conducted with the ulnar side of the arc.

At this stage of the research revealed dermatoglyphic signs while interacting with gender. To identify the frequency of occurrence of types of patterns, in accordance with our modification of the description of skin patterns of the pads of the distal phalanges, depending on gender, were studied dermatoglyphic indicators of the finger, Palmar, and plantar prints from 30 of the corpses of persons of the Uzbek population. A preliminary analysis of the distribution of victims by

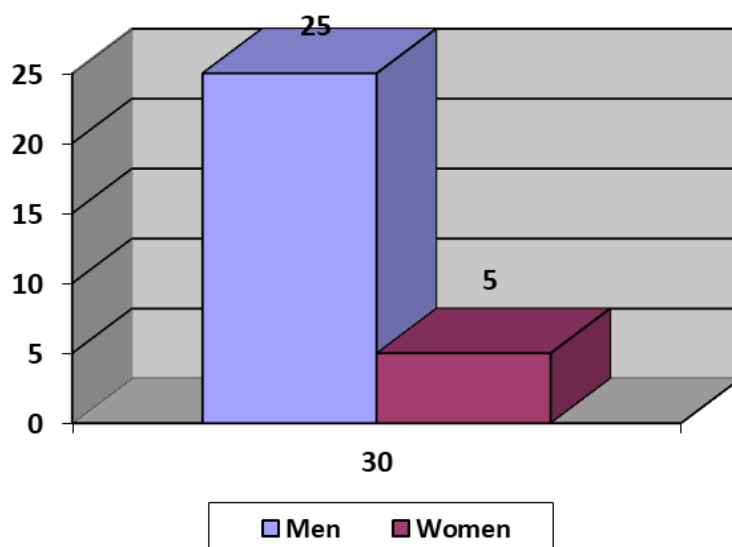


Fig. 5. The distribution of cadaveric material by sex

sex showed that of the 30 bodies, 25 (83,5%) belonged to males and only 5 (16,5%) women (table. 1). Analysis of the frequency of occurrence of types of patterns, depending on sex, gave the following results.

As can be seen from the data of this table, only the women on the distal phalanx and right and left hands most often encountered arc patterns (A) — 6 (21,4%) on the right arm and 3 (10,7%) on the left, the most common ones spindle arcs A2 (6 (21,4%) on both arms) and single-loop arcs A4 (also 6 (21,4%) on both hands), and loopback curls — W6 (6 (21,4% on the right hand and 3 (10,7%) on the left), in men these patterns did not occur.

Curved loop L3, simple ulnar loops LU and two loop curls W5 met on the distal phalanges and the right and left hands in men (L3—15 (10,6%) on the right hand and 32 (22,5%) — on the left, LU — 47 (33,1 per cent) on the right hand and 32 (22,5%) on the left, W5—15 (106%) on the right hand and 32 (22,5%) on the left), and Racecourse ulnar loop Lu² was also found only in men but only on the distal phalanges of the right hand (15 (10,6%)).

Thus, the results of the analysis of the frequency of occurrence of types of patterns depending on gender indicate that the presence of arc patterns, false-loop arches, one-loop arches and loopback curls in the examined imprints

Table 1. The frequency of occurrence of types of patterns among victims of gender based

Pattern type	right hand				left hand			
	Men (n=25)		Women (n=5)		Men (n=25)		Women (n=5)	
	abs	%	abs	%	abs	%	abs	%
A	0	0	6	21,4*	0	0	3	10,7*
A1	0	0	3	10,7*	0	0	3	10,7*
A2	0	0	6	21,4*	0	0	6	21,4*
A3	0	0	3	10,7*	0	0	0	0
A4	0	0	6	21,4*	0	0	6	21,4*
L3	15	10,6*	0	0	32	22,5*	0	0
LR	125	88,0	9	32,1	125	88,0	6	21,4*
LR1	15	10,6	16	57,1*	15	10,6	9	32,1*
LU	47	33,1*	0	0	32	22,5*	0	0
LU2	15	10,6*	0	0	0	0	0	0
WR3	63	44,4	9	32,1	0	0	3	10,7*
WU4	0	0	0	0	32	22,5	9	32,1
W1	15	10,6	6	21,4	0	0	0	0
W2	79	55,6	3	10,7*	47	33,1	3	10,7*
W5	15	10,6	0	0	32	22,5	0	0
W6	0	0	6	21,4*	0	0	3	10,7*

Note: * — reliability of data according to sex

indicate that the imprints belong to the female, and the presence of curved loops, ulnar loops, two-loop curls and racquet-shaped ulnar loops indicate their belonging to the male person.

Conclusion: Thus, the analysis of modern scientific literature has shown that successful application of the method of dermatoglyphics in medical and forensic identification, along with other methods of identification, allows to speak about the system of methods effectively complement each other.

Besides, insufficient development, practical need and morphogenetic nature (given the simplicity and non-invasive methods) determine the choice of finger (PD) and Palmar dermatoglyphics (LD) in the search of diagnostic criteria and markers of definitive manifestations in light of the overall integrity of the organism. The use of dermatoglyphic characteristics as the basic model of manifestation of constitutional, physical and externally identifying peculiarities determines the objectivity of scientific research.

References:

1. Bonnevie K. Lassen sich die Papillarmuster der Fingerbeere für Vater-schafts fragen praktisch verwerten //Zbl. Gynak., 1927., 9. 538.
2. Zvyagin V.N., Tarasov I.B. Forensic aspects of dermatoglyphics of hands and feet //Court.-med. the expert. — M., 1989. — No. 2. — S. 14–17.
3. Kolkutin V.V., Tomilin V.V., Bykov I.Y. Manual for the identification of unidentified victims in their mass arrival. — M., 2001.
4. Nikolaev B. C, kildyushov E. M. On the division of expert institutions and funeral organization //Court.-med. the expert. — 2000. — No. 1.-S. 33–34/
5. Sidorenko G.A., Mazur E.S., Zvyagin V.N. About medical and forensic classification ridge account the Palmar surface of the hands, based on the number of papillary lines relative to the main and additional triradius, loops and folds of the Palmar //Actual problems of theory and practice is judicial — medical examination. Collection of scientific works. Issue 3. Krasnoyarsk, 2005. — S. 139–140.

ЭКОЛОГИЯ

Человек — часть природы и должен жить по её законам

Ишкильдина Лилия Галиевна, педагог-психолог
 МАДОУ Детский сад № 7 г. Учалы (Республика Башкортостан)

*Будь моя воля, я бы сделал заразным здоровье, а не болезнь.
 Сенека*

Природа родного края предоставляет широкие возможности для оздоровления человека на основе рекомендаций различных систем такого оздоровления, традиционной и нетрадиционной медицины, а также с учетом народных традиций, проверенных в веках и поддержанных современной медициной. Человек, сказавший слова «заразить здоровьем», жил в IV веке до нашей эры. Он не был ни юмористом, ни сатириком, любящим игру слов подобно современному Жванецкому. Сенека — крупнейший римский политический деятель, философ и писатель, к тому же мастер риторического «рубленого» стиля.

Конечно, Сенека не мог предвидеть, что пройдет 24 столетия, и появятся на планете Земля такие регионы, где 94–99% молодых людей, только вступающих в самостоятельную жизнь, будут отягощены недугами, расстройствами здоровья. Не будем здесь говорить о том, «кто виноват?», это отдельный разговор. Однако если иметь в виду сенековское «заражение здоровьем», то придется признать, что такое «заражение» весьма и весьма специфично и принципиально отличается от других «зараз»: ведь чтобы заразиться здоровьем, требуется, прежде всего, большое желание, а также немалые знания, умения и целенаправленным систематический труд отдельного человека... труд над самим собой.

Вот это самое «делать здоровье», а точнее, созидать здоровье, и называют оздоровлением. Ведь оздоровление по своей содержательно-семантической сути означает буквально «прибавление здоровья», причем такое прибавление, которого никогда не может быть слишком много, потому что оно желанно всегда, независимо от того, здоров человек или болен.

Проблемы формирования здоровья, его сбережения и развития, а также оздоровления и лечения невозможно решать с помощью лекций, бесед, назиданий, поучений, призывов. Эти комплексные проблемы могут быть решены только на основе ряда взаимообусловленных, глубоко взаимосвязанных факторов, первым среди которых

является потребность «быть здоровым». Причем потребность эта, в развитии своей сущности, удовлетворяется не столько на биологическом уровне, но и на чувственном, эстетическом, познавательном, рационально-потребительском, деятельностном уровнях.

Названные аспекты оздоровления и лечения имеют естественно-природную и социальную сущность и потому проявляются через единение человека с природой и обществом, а точнее, через единение, баланс, гармонию природы человека и природы среды его обитания, или внутренней среды человека и его внешней среды. Именно поэтому нет лучшего воспитателя (по К.Д. Ушинскому) и лучшего врача, чем сама природа: она породила человека вовсе не для того, чтобы затем терзать и губить его недугами и болезнями.

Для подрастающего человека очень важно усвоить и принять смысл своего единения с природой, чтобы использовать во благо все природные явления, в комплексном проявлении которых эволюционировал человек как биологический вид и социальное явление.

Свет солнца и цвет высокого неба над головой, тепло вечернего костра и холод зимней стужи, сочные краски весеннего луга и таинственная мрачность тайги, безбрежные дали морей и отстраненная недоступность скалистых гор, многообразие видов растений, животных, бактерий, а также макроявлений, происходящих на Земле, и микроэлементов, определяющих глубинную сущность процессов, происходящих в живых организмах, — все эти биотические и абиотические явления оказали свое влияние на формирование и историческое развитие рода человеческого, а, следовательно, оказывают влияние на жизнь каждого отдельного человека, его благополучие и здоровье.

Формирование рациональных взаимоотношений современного человека с природой предполагает немалые знания его о самом себе и природе, а также умения распорядиться этими знаниями — и не во вред себе и при-

роде. Такие знания обеспечивает подрастающему человеку школьное и вузовское образование и, прежде всего, учебные курсы «Основы здорового образа жизни», «Безопасность жизнедеятельности» и «Основы экологии». А вот умения и навыки рациональных отношений со средой обитания появляются и на основе названных знаний, и в результате обобщения конкретного опыта — личного и общественного.

Хотя путь от болезни к здоровью — это тоже достойный в необходимости путь, если проходится он с помощью средств оздоровления, то есть сознательного прибавления здоровья.

Именно поэтому оздоровительный потенциал природы родного края рассматривается:

- в связи с системой необходимых и достаточных знаний о лечебных растениях и животных;
- в связи с обзором тех биологически активных веществ, наличие которых в организмах растений и животных и делает их оздоравливающими;
- в связи с правилами природоохраны, сбора и рационального хранения лекарственных растений и животных;
- в связи с рациональным применением, дозировкой и формами использования природных оздоравливающих средств.

Природа родного края предоставляет широкие возможности для оздоровления человека на основе рекомендаций различных систем такого оздоровления, традиционной и нетрадиционной медицины, а также с учетом народных традиций, проверенных в веках и поддержанных современной медициной. Важно правильно, с глубоким пониманием существа дела уметь пользоваться такими рекомендациями.

Интерес к оздоровлению подрастающего поколения все более повышается и в профессиональной среде, и у родителей, и у общественности. Однако общий уровень здоровья молодежи (по крайней мере, российской) не повышается. Причин тому несколько, и они глубоко взаимосвязаны. Самая естественная из них и наиболее доступная пониманию заключается во все большем удалении человека от живой природы — под влиянием усиливающейся урбанизации человеческой жизни, урбанизации, подавляющей биологическую сущность высшего творения природы.

Откуда же в этих условиях надлежит человеку брать живительные силы, как не у самой природы! Ведь даже былинные богатыри старинной Руси припадали к земле святого Отечества, чтобы «принять толику силушки, потребной в борьбе с врагом»...

Вдумаемся и вслушаемся в напевность слов «природа»... «при-родах». Они ведь олицетворяют все то, что дается или приходит к человеку при его рождении.

Приходит — для чего?.. Чтобы вдохнуть в новорожденного искру жизненную, силу жизни и духа, благодати и благополучия самого мира, в который он входит.

Жизнь человеку дает, конечно же, мать, но силу тела и духа отпускает ему природа — не только окружающая,

но и внутренняя природа ребенка. При этом сила (сила природы) понимается не в узком физическом смысле, но в общем смысле того материального начала, которое вдохнуло в младенца энергию жизни, а еще в смысле сущности самой его жизни, дающей человеку возможность почувствовать себя частью природы.

Силы, которыми природа щедро одаривает человека, обладают великой способностью прибавлять ему благополучие, сохранять и укреплять здоровье, излечивать от болезней, чудодейственно исцелять.

Постижение целительных сил природы и приобщение к искусству использовать их с пользой для себя и во благо других людей — процесс не только увлекательный и сложный, но и высоко ценимый в обществе.

Откуда же приходят к человеку знания об этих силах и искусство их использования?.. Из самых глубин постижения сущности самого человека и окружающей его природы. Надо только очень стремиться к этому, понимая, что глубины эти не только таинственно притягательны, но еще трудно постижимы. Однако «трудно» вовсе не означает, что к ним, этим глубинам, не нужно стремиться. Как раз наоборот, рассматривать как одну из начальных вех на пути погружения в глубины оздоровления, то есть прибавления здоровья, которого никогда не может быть слишком много. Другие этапы постижения этих глубин обуславливаются результатами великого труда над собой — труда по здоровьетворению для самого себя и здоровьесозиданию для других. Последнее особенно важно для педагога, многопредметная деятельность которого открывает широкие возможности оздоровления обучаемых. Проблема оздоровления средствами образования необычайно сложна и мало изучена. К тому же, уровень готовности выпускников в школах к оздоровительной работе все еще остается низким. И поэтому эту работу мы должны начинать с малых лет.

В силу этих причин проблема сохранения здоровья детей и в детском саду становится особенно актуальной и всё более приобретает характер педагогической. В нашем детском саду выстроена система работы по здоровьесбережению, оптимальному использованию материального, интеллектуального, творческого ресурсов ДООУ. Наш коллектив целенаправленно работает над созданием благоприятного здоровьесберегающего пространства. На территории детского сада создан ландшафтный дизайн, включающий в себя: дорожку здоровья, альпийскую горку, цветники с яркими красивыми растениями, цветущими с ранней весны до поздней осени. На территории детского сада растут много разных деревьев: береза, черемуха, калина, липа, сосна, боярышник и много кустарников.

Именно естественная природная среда стала в нашей работе основным фактором, объединяющим деятельность всех специалистов: педагогов, педагога-психолога, инструктора по физической культуре, музыкального руководителя, родителей.

Эколого-оздоравливающая среда нашего детского сада — это среда, которая используется в оздорови-

тельных и познавательных целях, для развития у детей навыков труда и общения с природой, умения сопереживать, видеть прекрасное.

Наверное, высокая и вечная мечта человечества о великом, прекрасном, мудром единении человека с природой

Литература:

1. З. И. Тюмасева, Д. П. Гольнева. Целительные силы природы и здоровье человека.

дарована людям свыше. Как всякую мечту, мы несём это ощущение в себе по жизни.

Мы используем «Человек — часть природы и должен жить по её законам. Тогда здоровье восстанавливается и сохраняется естественным путём».

Эффективность очистки нефтесодержащих сточных вод методом флотации

Кравец Марина Николаевна, студент;

Васина Марина Владимировна, кандидат химических наук, доцент
Омский государственный технический университет

В большинстве случаев проблемы качества окружающей среды связаны с предприятиями нефтепереработки, которые имеют различные оборудования очистки атмосферного воздуха и сточных вод. Но в итоге, как правило, такие сооружения не справляются со своей задачей и не достигают требуемой степени очистки. Одной из проблем нефтеперерабатывающих заводов являются сточные воды, загрязненные нефтепродуктами. Большое содержание углеводородов в сточных водах не позволяют локальным очистным сооружениям предприятий добиться необходимых результатов. Основными причинами являются несоответствие технологии очистки составу сточных вод, неудовлетворительная эксплуатация очистных сооружений, применение устаревших технологий очистки сточных вод. Важным фактом является правильный подбор методов очистки промстоков на всех ступенях на очистных сооружениях. Основными загрязнителями сточных вод нефтеперерабатывающих заводов являются нефтепродукты и фенолы. ПДК нефтепродуктов в водоёмах питьевого и рыбохозяйственного назначения составляет 0,1 мг/дм³, фенола 0,25 мг/дм³ [1]. Поэтому актуальным является вопрос очистки сточных вод от этих загрязнений.

В данной работе определена эффективность физико-химических методов существующих очистных сооружений промышленных сточных вод нефтеперерабатывающего завода.

Для достижения этой цели были проанализированы известные физико — химические методы очистки нефтесодержащих сточных вод; оценена эффективность физико-химических методов очистки сточных вод от нефтепродуктов на нефтеперерабатывающем заводе.

Промстоки нефтеперерабатывающих предприятий независимыми потоками поступают на очистные сооружения и проходят раздельную механическую и физико-химическую очистку, перед биологической очисткой все потоки объединяются. После механической очистки стоки совместно подаются на установки импеллерной флотации (Рис. 1).

Флотацию относят к физико-химическим методам очистки сточных вод. Её используют для удаления из сточных вод мелкодисперсных взвешенных частиц, нерастворимых диспергированных примесей, которые самопроизвольно плохо отстаиваются, растворённых газов, минеральных и органических веществ [2]. Для осуществления полной флотации необходимо, чтобы размер капель нефти был достаточно большим для обеспечения сравнительно высокой частоты контакта поверхностей пузырьков газа и капель нефти. При этом процессе в очищаемую жидкость подаётся воздух, мелкие пузырьки которого всплывают на поверхность воды, увлекая за собой частички загрязнителя, и образуют пенообразный слой, насыщенный флотуемым веществом. Достоинствами флотации являются непрерывность процесса, широкий диапазон применения, небольшие капитальные и эксплуатационные затраты, простота аппаратного оформления, селективность выделения примесей, высокая степень очистки, возможность рекуперации удаляемых веществ. Флотация сопровождается аэрацией сточных вод, снижением концентрации ПАВ, легко окисляемых веществ и микроорганизмов. Всё это способствует успешному проведению последующих стадий очистки.

Оценку эффективности физико-химических методов очистки нефтесодержащих сточных вод I и II системы нефтеперерабатывающего предприятия проводили путем определения концентрации нефтепродукта. Результаты этих исследований представлены в таблице 1.

По результатам данных очистка импеллерных флотаторов составила — 47,1%. А установки Wemco — 97,7%.

Метод импеллерной флотации обладает низкой эффективностью, так как при его использовании во флотаторе происходит большая турбулентность потоков, в результате которой разрушаются частицы хлопьевидной формы. Для улучшения результата при использовании импеллерной флотации, во флотатор добавляются ПАВ, но эффективность импеллерной флотации составила 47,1%.

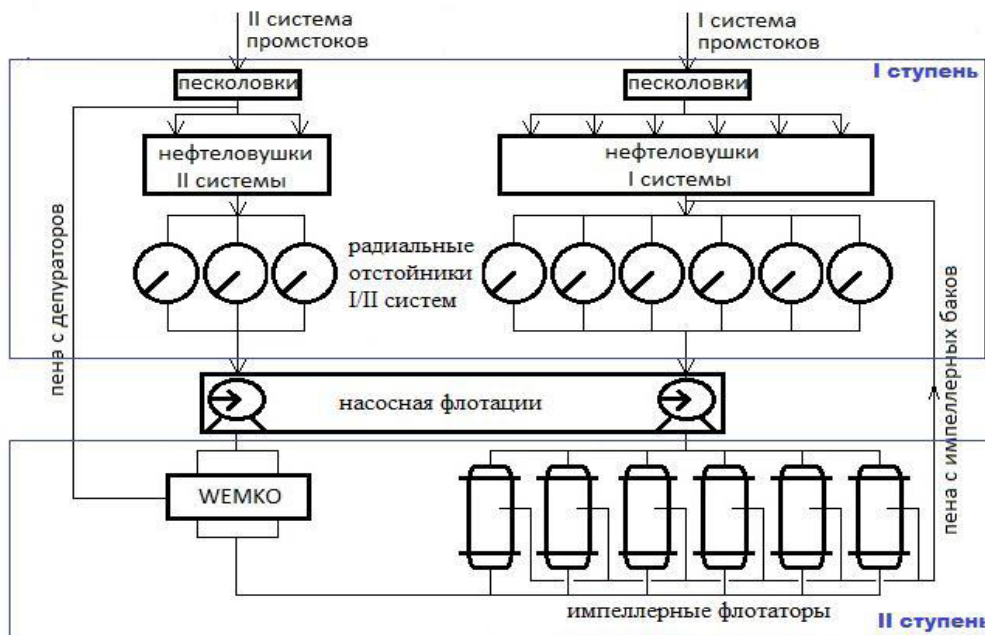


Рис. 1. Схема I и II ступени очистки очистных сооружений нефтеперерабатывающего предприятия

Таблица 1. Результаты исследований качества сточных вод I, II системы и оценка эффективности очистных сооружений

Точка отбора проб	ПДК, мг/дм ³	Среднее значение, мг/дм ³	Оценка эффективности %
I система			
Вход на флотаторы I системы		49	
Выход на флотаторы I системы	20	25,9	47,1
II система			
Вход на Wemco		177	
Выход на Wemco	20	4,1	97,7

Недостатком импеллерных флотаторов является и относительно высокая обводненность пены. После флотатора перед сбросом очищенной воды или ступенью тонкой очистки желательно установить дополнительный отстойник.

Существенной особенностью состава промстоков является наличие ароматических углеводородов, растворенных в воде, которые негативно влияют на процесс флотационного выделения нефтепродуктов. На эффективность флотационной очистки сточных вод влияет наличие в воде кислородсодержащих органических соединений. Подача сточных вод, содержащих значительное количество кислородсодержащих веществ приводит к снижению эффективности выделения нефтепродуктов в пенный продукт, а также приводит к интенсивному биологическому обрастанию оборудования локальных очистных сооружений.

В данной работе проанализированы применяемые физико-химические методы очистки сточных вод на очистных сооружениях нефтеперерабатывающего предприятия, определены концентрации нефтепродуктов в сточных

водах на II ступени (физико-химической) очистке, оценена эффективность работы импеллерных флотаторов и установок WEMKO. Установлено, что эффективность использования импеллерной флотации составила 47,1%, а при использовании установок эффективность очистки была 97,7%. Большая эффективность установок WEMKO обуславливает низкое содержание нефтепродуктов в сточных водах II системы нефтеперерабатывающего предприятия.

Метод импеллерной флотации отличается от всех остальных тем, что обладает низкой эффективностью, так как при его использовании во флотаторе происходит большая турбулентность потоков, в результате которой разрушаются частицы хлопьевидной формы. После флотатора перед сбросом очищенной воды или ступенью тонкой очистки желательно установить дополнительный отстойник.

Существенной особенностью состава сточных вод нефтеперерабатывающего завода является тот факт, что они загрязнены ароматическими растворимыми в воде (бензол, толуол, ксилолы) и спиртами (метанол и бутиловые спирты), которые негативно влияют на процесс

флотационного выделения нефтепродуктов. Наличие кислородсодержащих органических соединений приводит к биологическому обрастанию установок и оборудования очистных сооружений. В качестве решения предлагается подача азота для подавления аэробных биоценозов.

В качестве решения проблем импеллерной флотации, можно предложить электрофлотационный метод, эффективность которого достигает 95 % [3].

В качестве эталона использован метод седиментации. Результаты приведены в таблице 2.

Таблица 2. Показатели очистки сточных вод электрофлотацией (ЭФ), напорной и импеллерной флотацией (НФ, ИФ) и отстаиванием (ОС)

Показатели	Методы разделения жидкой и твердой фаз			
	ЭФ	НФ	ИФ	ОС
Размер пузырьков	5...30 мкм	50..100 мкм	0,5...2 мм	—
Расход электроэнергии, Вт/м ³	20...40	50...60	100... 150	50... 100
Химическое кондиционирование	НК	ОК + Ф	ОК	НК + Ф
Продолжительность обработки, мин	10...15	30...40	30..40	100..120
Объем, занимаемый осадком, % объема очищаемой воды	0,1...0,2	0,3...0,4	3...5	7...10
Влажность осадка, %	92... 95	92...96	92...96	98...99
Эффективность извлечения, %:				
— взвесей	95...98	90...95	85...90	70...80
— эмульсий	90...95	85...90	60...80	50...70

Примечание: НК — неорганический коагулянт, Ф — флокулянт, ОК — органический коагулянт.

Из таблицы видно, что загрязнения извлекаются значительно быстрее электрофлотацией, чем отстаиванием или напорной, импеллерной флотацией. При этом значительно повышается эффект удаления загрязнений, что следует считать главным преимуществом электрофлотационного метода.

Для подавления жизнедеятельности аэробных биоценозов в сточных водах можно предложить в летнее время, когда начинается интенсивный вегетационный период

биообрастаний, на флотацию взамен воздуху в течение нескольких суток подавать азот до прекращения развития биоценоза.

Реализация предложенного технического решения позволит улучшить качество очищенных сточных вод, сократить развитие биообрастаний во флотаторах и трубопроводах, очистить их стенки, повысить эффективность разделения пеношлама.

Литература:

1. Кравец, М. Н., Васина М. В. Оценка механических методов очистки сточных вод на нефтеперерабатывающих предприятиях//Актуальные вопросы энергетики: материалы Международной научно — практической конференции. Омск: Изд-во ОмГТУ. 2017. с. 405—407
2. Челноков, А. А., Ющенко Л. Ф. Основы промышленной экологии. Минск: Выс. шк. 2001. 343 с.
3. Ильин, В. И. Электрофлотационный метод и устройство для удаления нефтепродуктов из сточных вод // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2003. № 10. с. 10—12.

МОЛОДОЙ УЧЁНЫЙ

Международный научный журнал
Выходит еженедельно

№ 46 (180) / 2017

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Главный редактор:

Ахметов И. Г.

Члены редакционной коллегии:

Ахметова М. Н.
Иванова Ю. В.
Каленский А. В.
Куташов В. А.
Лактионов К. С.
Сараева Н. М.
Абдрасилов Т. К.
Авдеюк О. А.
Айдаров О. Т.
Алиева Т. И.
Ахметова В. В.
Брезгин В. С.
Данилов О. Е.
Дёмин А. В.
Дядюн К. В.
Желнова К. В.
Жуйкова Т. П.
Жураев Х. О.
Игнатова М. А.
Калдыбай К. К.
Кенесов А. А.
Коварда В. В.
Комогорцев М. Г.
Котляров А. В.
Кошербаева А. Н.
Кузьмина В. М.
Курпаяниди К. И.
Кучерявенко С. А.
Лескова Е. В.
Макеева И. А.
Матвиенко Е. В.
Матроскина Т. В.
Матусевич М. С.
Мусаева У. А.
Насимов М. О.
Паридинова Б. Ж.
Прончев Г. Б.
Семахин А. М.
Сенцов А. Э.
Сенюшкин Н. С.
Титова Е. И.
Ткаченко И. Г.
Фозилов С. Ф.

Яхина А. С.

Ячинова С. Н.

Международный редакционный совет:

Айрян З. Г. (Армения)
Арошидзе П. Л. (Грузия)
Атаев З. В. (Россия)
Ахмеденов К. М. (Казахстан)
Бидова Б. Б. (Россия)
Борисов В. В. (Украина)
Велковска Г. Ц. (Болгария)
Гайич Т. (Сербия)
Данатаров А. (Туркменистан)
Данилов А. М. (Россия)
Демидов А. А. (Россия)
Досманбетова З. Р. (Казахстан)
Ешиев А. М. (Кыргызстан)
Жолдошев С. Т. (Кыргызстан)
Игиснинов Н. С. (Казахстан)
Кадиров К. Б. (Узбекистан)
Кайгородов И. Б. (Бразилия)
Каленский А. В. (Россия)
Козырева О. А. (Россия)
Колпак Е. П. (Россия)
Кошербаева А. Н. (Казахстан)
Курпаяниди К. И. (Узбекистан)
Куташов В. А. (Россия)
Кыят Э. Л. (Турция)
Лю Цзюань (Китай)
Малес Л. В. (Украина)
Нагервадзе М. А. (Грузия)
Прокопьев Н. Я. (Россия)
Прокофьева М. А. (Казахстан)
Рахматуллин Р. Ю. (Россия)
Ребезов М. Б. (Россия)
Сорока Ю. Г. (Украина)
Узаков Г. Н. (Узбекистан)
Хоналиев Н. Х. (Таджикистан)
Хоссейни А. (Иран)
Шарипов А. К. (Казахстан)
Шуклина З. Н. (Россия)

Руководитель редакционного отдела: Кайнова Г. А.

Ответственный редактор: Осянина Е. И.

Художник: Шишков Е. А.

Верстка: Бурьянов П. Я., Голубцов М. В., Майер О. В.

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:

почтовый: 420126, г. Казань, ул. Амирхана, 10а, а/я 231;

фактический: 420029, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.

E-mail: info@moluch.ru; <http://www.moluch.ru/>

Учредитель и издатель:

ООО «Издательство Молодой ученый»

ISSN 2072-0297

Подписано в печать 29.11.2017. Тираж 500 экз.

Отпечатано в типографии издательства «Молодой ученый», 420029, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, 25