

630^x

M 54

Министерство высшего и среднего специального образования БССР

БЕЛОРУССКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМЕНИ С.М.КИРОВА

Кафедра тяговых машин

МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ К ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ ПО КУРСУ
"ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ СПЕЦИАЛЬНЫХ ЛЕСНЫХ МАШИН
С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭЦВМ"

для студентов спец. 0519

Составители: А.В. Жуков, Я.И. Остриков,
А.В. Гермацкий

Минск 1983

630^{*}
М54

КНХ

Министерство высшего и среднего специального образования БССР

БЕЛОРУССКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМЕНИ С.М.КИРОВА

Кафедра тяговых машин

18
МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ К ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ ПО КУРСУ
"ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ СПЕЦИАЛЬНЫХ ЛЕСНЫХ МАШИН"
С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭЦВМ

для студентов спец. 0519

Составители: А. В. Жуков, Я. И. Остриков,
А. В. Гермацкий

Библиотека БГТУ



000000306600b

Минск 1983

Гудк 634.03.37.

Рассмотрено и рекомендовано к изданию Редакционно-издательским советом института .

Составители: А. Б. Жуков, Я. И. Остриков,
А. В. Гермацкий.

Научный редактор А. Ф. Тихонов, профессор.

Рецензенты: кафедра "Тракторы" (БПИ);
К. Б. Абрамович, доцент кафедры транспорта леса.

В методическом пособии приведено описание устройства и порядка работы на электронной вычислительной машине (ЭЦМ) "МИР-1", а также алгоритмического языка "АЛМИР-65". Содержатся методика выполнения шести лабораторных работ, программы для решения задач на ЭЦМ, таблицы исходных данных по нескольким вариантам.

М 2702000000 - 66 31-83
М 339 - 83

© Белорусск. ордена Трудового
Красного Знамени технол.
ин-т им. С. М. Кирова, 1983.

ВВЕДЕНИЕ

Курс "Проектирование и расчет специальных лесных машин" связан с большим объемом расчетных работ. Для лучшего усвоения материала с повышенной сложностью изучаемых тем при выполнении лабораторных работ используется вычислительная машина "Мир-1", что дает возможность приблизить учебный процесс к современному уровню проведения научных исследований и привить навыки выполнения сложных инженерных расчетов с использованием электронных цифровых вычислительных машин (ЭЦВМ).

Методическое пособие содержит материалы, касающиеся назначения, устройства и порядка работы на ЭЦВМ "Мир-1". Приведено шесть лабораторных работ, программы для решения задач на ЭЦВМ, таблицы исходных данных по нескольким вариантам.

I. НАЗНАЧЕНИЕ, ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ, УСТРОЙСТВО

И ПОРЯДОК РАБОТЫ НА ЭЦВМ "МИР-1"

I. I. Назначение

ЭЦВМ "Мир-1" относится к классу малых полупроводниковых машин, предназначена для автоматизации инженерных расчетов и доступна широкому кругу инженерно-технических работников, не имеющих специального образования по курсу программирования. Она может быть использована для решения системы линейных алгебраических уравнений до 20-го порядка, системы обыкновенных дифференциальных уравнений до 16-го порядка, дифференциальных уравнений в частных производных, системы нелинейных уравнений до 6-го порядка, интегральных уравнений. На машине можно находить собственные векторы для матриц до 10-го порядка и максимальные собственные значения для матриц до 16-го порядка. В системе стандартных программ для "Мир-1" имеются программы для интерполирования функций, их аппроксимации, вычисления различных специальных функций, многомерных интегралов и некоторые программы статистической обработки результатов. Помимо этих задач вычислительной математики, используемых в инженерных расчетах, на машине можно решать небольшие научно-технические задачи (линейного программирования, сетевого метода и др.).

1.2. Технические данные

Вычислительный алгоритм и исходные числа, представляющие собой программу, вводятся в машину в виде словесно-формульного описания с помощью электрифицированной пишущей машинки, обеспечивающей одновременное печатание их на рулонной бумаге. Программу также можно вводить и с перфоленты - как с печатью, так и без нее.

Числа вводятся и хранятся в машине в произвольном написании с любым количеством разрядов, произвольным положением запятой и произвольным значением порядка. Система счисления - десятичная. Числа вводятся в виде мантиссы, знака мантиссы, разделительного знака "Ю", отделяющего порядок числа от мантиссы, знака порядка и порядка. Диапазон чисел ограничен только объемом памяти.

Объем запоминающего устройства - 4096 двенадцатиразрядных ячеек оперативной памяти. В каждой ячейке может храниться один из символов входного языка, служебное слово или обозначение элементарной функции.

Программа решения задачи состоит из следующих частей:

- указания разрядности при выполнении вычислений (производится программистом);
- операторной части, записанной в виде последовательностей операторов входного языка, отделяемых друг от друга точкой с запятой;
- описательной части, которая отделяется от оперативной служебным словом "ГДЕ" и содержит записываемые в произвольном порядке формулы, отделенные друг от друга точкой с запятой.

Для анализа промежуточных результатов или внесения изменений в исходную программу в процессе отладки и решения задачи предусмотрено прерывание вычислений клавиатурой режимов. Прерывание может быть выполнено программно по операторам "Конец", "Стоп" α , где α - производная метка, печатаемая после остановки машины.

Результаты вычислений выводятся на печатающую машинку с широкой кареткой на развернутый или одинарный лист бумаги. Форма вывода: (в строку, столбец, многопозиционная таблицей, по специально организованному шаблону, графиком, таблицей (с заголовком) определяется соответствующими записями опе-

раторной части программы с помощью группы операторов вывода. Возможен вывод программы на перфоленту в коде машины.

Быстродействие машины при выполнении арифметических операций с пятиразрядными числами составляет 200-300 операций в секунду, быстродействие печатающего устройства - около 8 знаков в секунду, скорость вывода на перфоратор - около 80 символов в секунду, скорость ввода информации с трансмиттера (считывателя) - 200-1500 символов в секунду.

1.3. Общие сведения об устройстве

Машина "Мир-1" конструктивно выполнена в виде двух стоек: вычислительного устройства и устройства ввода и вывода, соединенных между собой жгутами и кабелями. Вычислительное устройство включает в себя: 207 блоков модулей 44-х типов, блок информационной матрицы, блок матрицы операторов, блок числовых матриц, отладочный пульт. Устройство ввода и вывода состоит из электропитающего устройства, блока печати, перфоратора, трансмиттера, регулирующего блока.

Структурная схема ЭЦВМ "Мир-1" (рис.1) состоит из следующих устройств: обмена информацией (УОИ), микропрограммного управления (УМУ), запоминающего (ЗУ), арифметического (АУ) и электропитающего (УЭП).

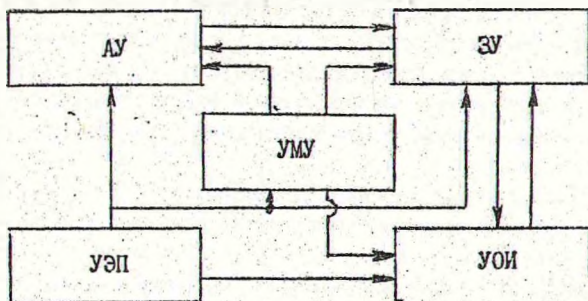


Рис.1. Структурная

1.3.1. Устройство обмена информацией

Данное устройство обеспечивает связь оператора с машиной посредством соответствующих устройств и узлов УОИ, позволяющих выполнять следующие действия:

1) вводить программы и исходную информацию в запоминающее устройство в следующих режимах: с пишущей машинки, с пишущей машинки с одновременной перфорацией, с трансмиттера, с трансмиттера с одновременной печатью на пишущей машинке;

2) выводить на пишущую машинку результаты вычислений;

3) выводить программы из ЗУ на перфоратор и пишущую машинку по вторичным программам "Проверить", "Перфорировать", "Печатать";

4) задавать рабочие и отладочные режимы работы машины;

5) пускать и останавливать машину;

6) заносить вручную коды в основные регистры и память машины;

7) вызывать содержимое произвольной ячейки памяти на регистр числа;

8) сигнализировать о состоянии основных регистров и управляющих схем;

Для выполнения этих действий в УСИ имеются пишущая машинка "SOEMTARON", трансмиттер FS-1501, ленточный перфоратор ПЛ-80, отладочный пульт и схема управления.

Пишущая машинка (рис.2) предназначена для задания режима работы машины, ручного ввода программы и результатов вычислений на печать.

Задание режимов работы машины осуществляется с помощью клавиатуры I4. Предусмотрены следующие режимы:

1) ВВОД - ввод информации с пишущей машинки с одновременной перфорацией (при нажатой клавише ВП) или без нее либо ввод с трансмиттера без печати или с одновременной печатью вводимой информации на машинке (при нажатой клавише ВТ);

2) СЧЕТ - счет по заданной программе;

3) С₁ (СТОП 1) - счет с остановкой на каждом микротакте;

4) Т₂ (СТОП2) - счет с остановкой на каждой команде внутреннего языка машины;

5) С₃ (СТОП3) - счет с печатью каждого арифметического выражения и остановкой после печати;

6) П₄ (СТОП4) - счет с остановкой после выполнения каждого оператора входного языка;

7) П. ВВОД (повторный ввод) - ввод вторичных программ

с пишущей машинки либо ввод с трансмиттера;

8) ТЕСТ1 - счет тестовой задачи №1;

9) ТЕСТ2 - счет тестовой задачи №2;

10) РЕЖИМ - задание кодов начала работы программ одного из выбранных режимов: ВВОД, СЧЕТ, ТЕСТ1, ТЕСТ2. Эта клавиша, кроме того, производит начальную установку машины, а также может обеспечить ее остановку.

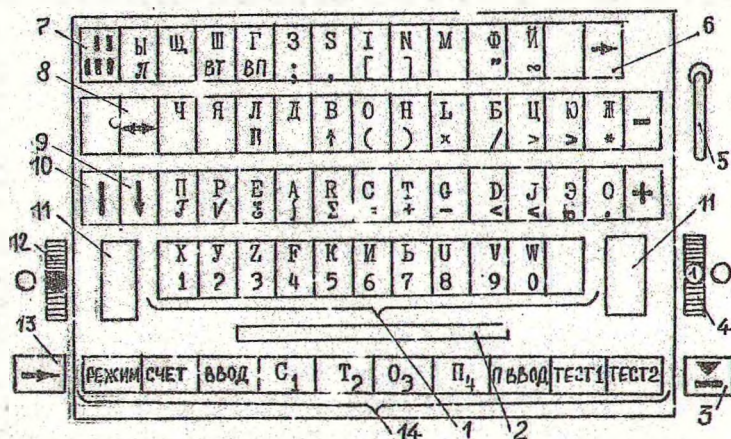


Рис.2. Клавиатура пишущей машинки: 1-клавиатура; 2-клавиша пропуска; 3-клавиша переключателя "ИНСК"; 4-диск-регулятор силы удара буквенных рычагов; 5-тумблер включения машинки; 6-клавиша обратного передвижения каретки; 7-клавиша печати вразрядку; 8-клавиша выключения установителя поля; 9- стопорная клавиша верхнего регистра; 10-клавиша установки полей; 11-клавиша переключения верхнего регистра; 12-диск-переключатель цвета красящей ленты; 13-клавише правого хода каретки; 1-клавиатура режимов работы ЭЦВМ.

Ручной ввод программы в память машины осуществляется с помощью клавиатуры пишущей машинки, на которую выделены все символы и знаки, составляющие алфавит языка АМИР-65.

Пишущая машинка выполняет также функцию выводного устройства, т.е. осуществляет печать символов на бумаге при

выводе программы или результатов счета.

Трансмиссер (считыватель) служит для ввода информации в машину с перфоленты. Он является универсальным фотосчитывателем, т.к. обеспечивает считывание информации с 5-, 6-, 7-, 8- дорожечной перфоленты.

Ленточный перфоратор производит запись информации, выводимой из памяти машины, в виде отверстий на перфоленту.

Отладочный пульт предназначен для задания отладочных режимов на пишущей машинке. Включение тумблеров "КОНТРОЛЬ 7" (запись), "КОНТРОЛЬ 8" (чтение) и "КОНТРОЛЬ 9" (чтение массива) позволяет выполнить операцию обращения к памяти машины при нажатии кнопки или клавиши "ПУСК" в режиме "СЧЕТ";

- группа индикаторных ламп, сигнализирующих о состоянии PA, P4, P1-P6, CчМИ, CчМOp, регистров арифметического устройства P11, P12, P13, P1, триггеров схемы сравнения и управления печатью (последние две группы необходимы для индикации при поиске неисправностей).

1.3.2. Устройство микропрограммного управления

Данное устройство обеспечивает автоматическую работу всех устройств и блоков машины в соответствии с заданной программой вычислений или любой другой входной информацией. Организация УМУ обусловлена тем, что ЭЦВМ "Мир-1" оперирует не столько числовой, сколько символической информацией и прежде всего формулами и записями входного языка.

Устройство содержит: блок информационной матрицы (МИ), матрицу операторов (МOp), счетчик информационной матрицы (CчМИ), счетчик матрицы операторов (CчМOp) и схемы управления матрицами.

Информационная матрица содержит алгоритм работы машины, записанный на ее внутреннем языке. Алгоритм представляет собой набор ряда программ, каждая из которых состоит из определенного числа команд. Всего в МИ содержится 4096 команд.

Матрица операторов служит для размещения микропрограммы, обеспечивающей выполнение операторов матрицы МИ. Микропрограмма представляет собой набор микрокоманд. Всего записано 1024 микрокоманды. Результатом выполнения микрокоманды является выработка управляющего сигнала, посылаемого к одному из устройств машины.

Счетчик МИ предназначен для приема и хранения кода адреса операторов при выполнении операции их выборки.

Счетчик МОп служит для приема и хранения кода адреса микрокоманды оператора.

Схемы управления матрицами обеспечивают принудительный порядок выборки микрокоманд формирования сигналов управления устройствами машины.

1.3.3. Запоминающее устройство

Запоминающее устройство (ЗУ) предназначено для запоминания и хранения символьной, числовой и адресной информации, вводимой в машину и возникающей в процессе решения задачи. В ЗУ осуществляется изменение содержания регистров на $\bar{1}$, выполняется сравнение символов, а также производится анализ - является содержимое регистра числа цифрой или точкой.

ЗУ включает в себя магнитное оперативное запоминающее устройство (МОЗУ), регистр адреса (РА), блок оперативных регистров, схему сравнения и анализа кода.

МОЗУ построено по матричной схеме и содержит блок числовых матриц. Вместимость МОЗУ - 4096 двенадцатиразрядных ячеек. Оперативные ячейки расположены в 12 числовых матрицах. Время выдачи числа из ячейки памяти по сигналу от УМУ - не более 2,5 мкс. Полный цикл обращения к МОЗУ занимает четыре такта машины и составляет 16 мкс.

Регистр адреса (РА) служит для приема адреса ячейки и его хранения в процессе выполнения операции обращения к ЗУ.

Регистр числа предназначен для приема и выдачи информации, получаемой при считывании из ячейки блока числовых матриц (БЧМ). Он обеспечивает также прием и хранение кода символа, подлежащего записи в БЧМ по адресу, указанному в РА.

Блок оперативных регистров состоит из оперативных регистров Р1-Р6 и блока кодовых формирователей ФК1. Регистры Р1-Р6 выполняют функции сверхоперативной памяти, обеспечивают хранение числовой, адресной и символьной информации. Блок ФК1 служит для формирования сигналов обмена информацией между регистрами, СЧМИ и МИ.

1.3.4. Арифметическое устройство

Арифметическое устройство (АУ) предназначено для преобразования числовой информации посредством выполнения опе-

траций алгебраического сложения и умножения десятичных цифр, запоминания переноса и прибавления переноса, полученного на предыдущем такте. Устройство является последовательным десятичным АУ табличного типа, оперирующим цифрами с произвольными знаками. За один элементарный такт машины АУ позволяет выполнить: сложение двух цифр с произвольными знаками; умножение двух цифр с произвольными знаками; сложение цифры с числом 10.

В состав устройства входят следующие функциональные узлы: арифметическая матрица (МА), блок регистров (Р11, Р12, Р13, Р13¹, РП, РП¹), усилитель считывания, схема формирования сигналов.

Арифметическая матрица представляет собой пассивное ЗУ, в котором хранятся таблицы сложения и умножения двух десятичных цифр, а также содержится вспомогательная таблица для приведения всех цифр числа к одному знаку.

Блок регистров служит для непосредственного управления МА, для приема исходных цифр и результатов выполнения арифметических операций. В регистр Р11 принимается цифра множителя при выполнении операции умножения и хранится в нем в течение всего процесса выполнения. Регистр Р12 предназначен для приема первого сооперанда и управления матрицей. Регистр Р13 служит для приема второго сооперанда и приема результата выполнения операции. Регистр Р13¹ обеспечивает прием кода второго сооперанда от регистра Р13 и управление МА. Регистры РП и РП¹ предназначены для приема и хранения возможного переноса при выполнении арифметических операций.

Между регистрами АУ для организации арифметических операций предусмотрены соответствующие пересылки.

Схема формирования сигналов МА служит для выработки сигналов, необходимых для выбора нужной таблицы из МА.

Управление работой АУ осуществляется устройством микропрограммного управления, которое выдает в АУ сигналы арифметических операций, сигналы передачи кодов в регистры АУ и управляет обменом информации АУ с устройством памяти.

1.3.5. Электропитающее устройство

Данное устройство служит для преобразования напряжений сети в напряжения, необходимые для питания ЭЦВМ. Питание

осуществляется от трехфазной сети переменного тока напряжением 380 В, частотой 50 Гц. Выходные напряжения - 60, - 27, -12,6, -6,3 и +6,3 В устанавливаются не позже чем через 5 мин после включения машины.

1.4. Порядок работы на машине

1.4.1. Включение машины


Для подвода напряжения к электропитаемому устройству (УЭП) машины включить автоматический переключатель АП-50, при этом начинает работать вентилятор УЭП. Нажать верхнюю кнопку "ПИТАНИЕ" на отладочном пульте или кнопку "ВКЛ" на передней панели УЭП, при этом загорятся лампочки "ВКЛ" на отладочном пульте и "220В" на передней панели УЭП.

Машина имеет три основных режима работы: ввод, счет и повторный ввод.

Перед вводом первичной программы:

- выключить на отладочном пульте тумблеры "ОСТАНОВКА (МОП, МИ, Р4)", "ТРА", "ТМОП" и тумблерный регистр "КОНТРОЛЬ" (положение вниз), при вводе информации на одинарный лист (не более 210 мм) включить "КОНТРОЛЬ 4";

- прогреть машину до 5 мин;





- включить последовательно клавиши "ВВОД", "РЕЖИМ", "ПУСК" (условное обозначение ).

Внешним признаком выполнения программы ввода является автоматический перевод каретки пишущей машинки на новую строку.

1.4.2. Ввод первичной программы

Вводить программу и исходную информацию можно с пишущей машинки с одновременной перфорацией, с транзиттера (считывателя), с транзиттера с одновременной печатью на пишущей машинке.

При вводе с пишущей машинки программа печатается на листе бумаги. Все символы входного языка расположены на двух регистрах. При вводе прописных букв русского и латинского алфавитов, расположенных на верхнем регистре, следует нажать клавишу переключения II (рис.2). На нижнем регистре располагаются остальные символы входного языка. Служебные слова входного языка заключаются в кавчки, допускается их ввод в сокращенной записи.

Для исправления ошибок при вводе используется символ "звездочка" . Каретку машинки следует установить на неправильно введенный символ с помощью клавиши обратного ее хода  или, не возвращая каретку назад, печатать символ  столько раз, сколько введено символов, начиная с ошибочного. После этого продолжить ввод, начиная с первого затертого символа. Для перевода каретки на новую строку используется клавиша правого ее хода .

При вводе программы с перфоленты заправить ее в считыватель так, чтобы синхронизирующая дорожка (малые отверстия) была расположена от оператора в четвертом ряду, а информация была записана слева направо. Включить считыватель тумблером на задней его стенке, нажать клавишу "BT". При вводе программы частями (из отдельных перфолент) после ввода первой ее части вставить в считыватель вторую, нажать клавишу "BT" и т.д. После ввода программы считыватель выключить. При вводе с одновременной печатью включить тумблер "КОНТРОЛЬ 6".

При вводе с пишущей машинки с одновременным перфорированием необходимо включить перфоратор. Тумблер "РАБОТА - НАЧАЛО ЛЕНТЫ" должен находиться в верхнем положении, а тумблер "ВКЛ" - в нижнем. Затем нажать клавишу "ВП" и вводить программу. После введения программы необходимо нажать клавиши "ВП" и "СИ" и выключить перфоратор повторным нажатием клавиши "ВП".

После ввода первичной программы для производства вычислений необходимо включить последовательно клавиши "СЧЕТ", "РЕЖИМ", "ПУСК". Если вычисление желательно производить с контрольными остановками, то вместо клавиши "СЧЕТ" необходимо включить один из контрольных режимов клавишами "С1", "02", "ТЗ", "П4".

При остановке машины в счете и распечатке программы пишущей машинкой синтаксическую ошибку следует искать после последнего отпечатанного символа. Для прерывания счета нажать клавишу "С1", для его продолжения - клавиши "СЧЕТ", "ПУСК".

1.4.3. Ввод вторичной программы

Для ввода всех видов вторичных программ используется режим "ПОВТОРНЫЙ ВВОД". Режим, кроме программ "Вместо", "Записать", "Перфорировать", "Прочитать", можно включать,

Если выполнен хотя бы один оператор первичной программы. Для ввода указанных выше программ режим "П.ВВОД" можно включать непосредственно после режима "ВВОД". Порядок включения режима - следующий. После окончания работы первичной программы в режиме "СЧЕТ" или после остановки машины клавишей "П4" включить последовательно клавиши "П.ВВОД", "РЕЖИМ", "ПУСК" и ввести вторичную программу. После ввода вторичной программы перейти на режим "СЧЕТ", нажав клавиши "СЧЕТ", "РЕЖИМ", "ПУСК". Для внесения изменений и исправления ошибок в программе после включения режима "П.ВВОД" изменяемую часть программы необходимо начинать с "ВМесто", а измененную - с "ЗАписать". Если исправлений несколько, то каждое вносится отдельно. Если часть изменяемого набора стоит на одной строке при широком формате листа, а остальная часть - на другой, то исправляется отдельно каждая строка.

Вывод программы на перфоленду производится непосредственно после ввода программы по вторичной программе "ПЕРфорировать", а решаемой или решенной задачи - по вторичной программе "ПЕЧатать"; при этом массивы, встречающиеся в программе, на перфоленду не выводятся.

1.4.4. Сохранение задачи в памяти машины. Выключение машины

При необходимости сохранения задачи в памяти при выключении ЭЦВМ необходимо остановить ее клавишей "П4", набрать на тумблерном регистре отладочного пульта "ЗАНЕСЕНИЕ Р1" адрес, на единицу меньший адреса в Р1, и на тумблерном регистре "ЗАНЕСЕНИЕ МИ" - адрес 5000 (код восьмиричный), выключить питание машины. После включения и прогрева машины необходимо нажать последовательно клавиши "СЧЕТ", "РЕЖИМ", кнопки "ЗАНЕСЕНИЕ Р1", "ЗАНЕСЕНИЕ МИ" и клавишу "ПУСК".

Для выключения машины необходимо нажать клавишу "С1" и нижнюю кнопку "ПИТАНИЕ" на отладочном пульте или кнопку "ВЫКЛ" на передней панели УЭП, выключить автоматический переключатель АП50.

2. АЛГОРИТМЫ И АЛГОРИТМИЧЕСКИЕ ЯЗЫКИ

Основным условием эффективного использования вычислительной техники является разработка алгоритмов.

2.1. Алгоритмы

Под алгоритмом понимают точное предписание о выполнении в определенном порядке некоторой системы операций, переводящих исходные данные в искомый результат.

По смыслу алгоритм — это конечное множество правил, определяющих процесс переработки информации в конечный результат. В настоящее время разработаны и приняты общие формы записи алгоритмов. Наиболее употребительными из них являются текстовая, графическая и в терминах алгоритмического языка, реже — операторная.

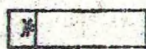
Текстовая форма записи алгоритмов использует общепринятые математические символы и выражения, сопровождаемая их пояснительным текстом.

Графическая форма записи представляет алгоритм в виде блок-схемы. Каждый из блоков схемы имеет конкретное смысловое значение и отображает определенный этап решения задачи. Блоки имеют сквозную нумерацию и связаны между собой стрелками, указывающими порядок выполнения операторов. Внутри блока приводится краткое содержание отображаемого этапа вычислений.

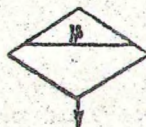
Общепринятыми являются следующие блоки:



- блок ввода исходных данных;



- арифметический блок;



- логический блок;



- блок вывода результатов вычислений.

Обычно блок-схему открывает блок ввода, в котором записываются все исходные данные, необходимые для вычислений.

Затем располагаются арифметические и логические блоки в определенной последовательности, определяемой конкретным алгоритмом. Завершает схему блок вывода результатов счета.

Форма записи на алгоритмических языках обеспечивает представление алгоритма в виде словесно-формульного описания в рамках конкретного алгоритмического языка. В настоящее время она наиболее распространена.

При оперативной форме записи алгоритмов для описания их структуры используются специальные символы, каждый из которых соответствует определенному оператору. При записи символы располагаются в строку в соответствии с установленной последовательностью выполнения операторов. Возможные отступления комментируются стрелками.

Разработка алгоритмов производится в определенной последовательности и включает следующие основные этапы: постановку задачи и определение целей, составление описания задачи, выбор численного метода решения, составление программы, отладку программы и решение контрольного примера.

Постановка задачи представляет собой содержательное описание конкретной задачи. Здесь указываются ее цель и характеристика искомой величины или комплекса этих величин.

Основой этапа составления описания является разработка общей схемы алгоритма, определяющего последовательность действий. Для этого выполняется разбивка задачи на отдельные элементарные блоки и составляется математическое описание каждого из них.

Выбор численного метода решения задачи проводится на основе полученного математического описания и состоит в анализе и выборе одного из нескольких возможных численных методов решения, наиболее отвечающих предпочтительно сформулированным требованиям (необходимая точность вычислений, скорость счета и др.).

Составление программы — это запись алгоритма в форме, понятной машине, с использованием алгоритмических языков.

Отладка состоит в тщательной проверке программистом правильности составленной программы и исправлении найденных ошибок посредством вторичных программ.

2.2. Алгоритмические языки

Понятие "алгоритмический язык" определяет набор символов (алфавит языка); систему правил составления из этих символов осмысленных конструкций (синтаксис языка) и систему правил их толкования (семантика языка).

Из наиболее удачных алгоритмических языков, получивших широкое распространение, можно назвать "ФОРТРАН", "КОБОЛ", "АЛГОЛ", "АНАЛИТИК", "ЛИСП", "ПЛ-1". Всякий алгоритмический язык определяется своим алфавитом, синтаксисом и семантикой.

Язык "АЛМИР-65", применяемый в ЭЦМ "Мир-1", является подмножеством "АНАЛИТИКА".

В языке "АНАЛИТИК" приняты прописные буквы русского и латинского алфавитов, а также цифры от 0 до 9. Алгебраические действия списываются с помощью следующих знаков (в порядке их приоритета):

- ↑ - возведение в степень;
- X, / - умножение, деление;
- + , - - сложение, вычитание.

Операции одного приоритета выполняются слева направо. Для группировки действий могут применяться круглые скобки.

Для образования логических условий используются обычные знаки отношений: < < = ≠ > >, а также знаки логических операций (в порядке приоритета): "НЕ", "И", "ИЛИ".

При программировании важно точное применение разделительных знаков:

- " " - выделение служебных слов;
- ; - разделение операторов или описаний;
- , - разделение элементов списков; ○
- . - десятичная точка или конец метки;
- IO - отделение порядка от мантиссы десятичного числа;
- () - выделение аргументов функций или объединение операторов;
- [] - индексные скобки;
- ° - апострофы, выделение выводимого текста.

Сложные конструкции языка образуются с помощью служебных слов, которые играют роль отдельных символов и могут использоваться только в строго определенном сочетании и порядке.

Служебные слова можно сокращать. В приведенном ниже

В списке служебных слов языка "АЛМИР-65" минимально допустимые сокращения выделены прописными буквами:

"Вместо" "Вывод" "Выполнить" "Вычислить" "Где"
"График" "Для" "До" "Если" "Заголовок" "Заменить"
"Записать" "Значений" "Иначе" "Идти" "Конец"
"Массив" "Масштаб" "Метка" "На" "Перфорировать"
"Печатать" "Пробел" "Проверить" "Разрядность"
"Стереть" "Стоп" "Строка" "Таблица" "То" "Шаг".

Язык имеет достаточно широкий набор встроенных функций и специальных символов:

$V(X) \sim \sqrt{X}$; $ABS(X) \sim |X|$; $LN(X) \sim \ln X$; $TG(X) \sim \frac{1}{\cos X}$;
 $SIN(X)$; $COS(X)$; $TG(X)$; $CTG(X)$; $ARCSIN(X)$; $ARCCOS(X)$;
 $ARCTG(X)$; $ARCCTG(X)$; $SH(X)$; $CH(X)$; $TH(X)$; $CTH(X)$;
 $EXP(X)$; $SIGN(X)$ - знак значения X , т.е. $+1$ - если $X > 0$;
 0 - если $X = 0$, и -1 - если $X < 0$; $\mathcal{Z}(X)$ - целая часть числа X
(читается :АНТБЕ); $\mathcal{F}(X)$ - дробная часть числа X , т.е. $\mathcal{F}(X) = X - \mathcal{Z}(X)$; Σ - сумма; Π - произведение; \int - интеграл; ∞ - бесконечность; \mathcal{A} - целого назначения не имеет. Аргументы тригонометрических функций задаются в радианах.

Для ссылок на данные, операторы, функции используются имена. В качестве имен могут применяться начинающиеся с буквы произвольные буквенно-цифровые последовательности (идентификаторы). Имена не должны содержать других символов, кроме букв и цифр.

Не допускается оканчивать число или мантиссу точкой.

2.3. Структура языка "АЛМИР-65"

Основными элементами языка "АЛМИР-65" являются знаки, символы, выражения, предложения и текст.

Знак - это член установленного набора элементов, предназначенных для использования при передаче информации. В языке "АЛМИР-65" всего - 92 знака.

Символ - это один или несколько знаков, используемых для представления объектов или понятий. Помимо знаков алфавита, к символам "АЛМИРА" могут быть отнесены символы стандартных функций и служебные слова. Слово - это последовательность знаков, которую удобно для некоторых целей рассматривать как одно целое.

Выражение - это имеющая общий смысл группа слов, соединенных символами. В "АЛМИРе" различают арифметичес-

кие и условные выражения. Основными компонентами выражений являются операнды. Операнды - объекты, над которыми производят какие-либо действия. В "АЛМИР-65" входят следующие операнды: числа (без знака), переменные, указатели функций, переменные с индексами, суммы, произведения, интегралы.

Предложение - это минимальная структура языка, символизирующая законченную мысль. В "АЛМИР-65" имеется два типа предложений: операторные и описательные.

Операторные предложения составляют операторы. Оператор - это предложение, определяющее логически заверченный этап процесса переработки данных.

Описательное - это предложение, определяющее некоторые свойства величин, используемых в программе. В языке "АЛМИР-65" имеется четыре вида описаний: простой переменной, функции, массива, рабочего массива. Описание простой переменной содержит информацию о ее наименовании и числовом значении. Описание функции задает последовательность действий, приводящих к определению значения указателя функции. Описание массива включает данные о количестве элементов, составляющих вектор или матрицу, и о наименовании последних. Описание рабочего массива содержит сведения о наименовании и возможных размерах массива, который будет получен в процессе реализации программы.

Совокупность операторных и описательных предложений составляет текст, или программу, написанную на соответствующем языке.

На рис.3 представлена структура языка "АЛМИР-65".

Литература

Пономарев В.А. Программирование для ЭЦВМ "Мир-1". - М.: Сов. радио, 1975, -216с.

Лабораторная работа №1 РАСЧЕТ ДИНАМИЧЕСКОГО ПАСПОРТА КОЛЕСНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ С МЕХАНИЧЕСКОЙ ТРАНСМИССИЕЙ

Тяговая характеристика представляет собой графическую зависимость свободной силы тяги P_a от скорости движения машины V . Динамическим фактором D называют отношение свободной силы тяги P_a к весу машины. Графическое изображение зависимости динамического фактора D от ско-

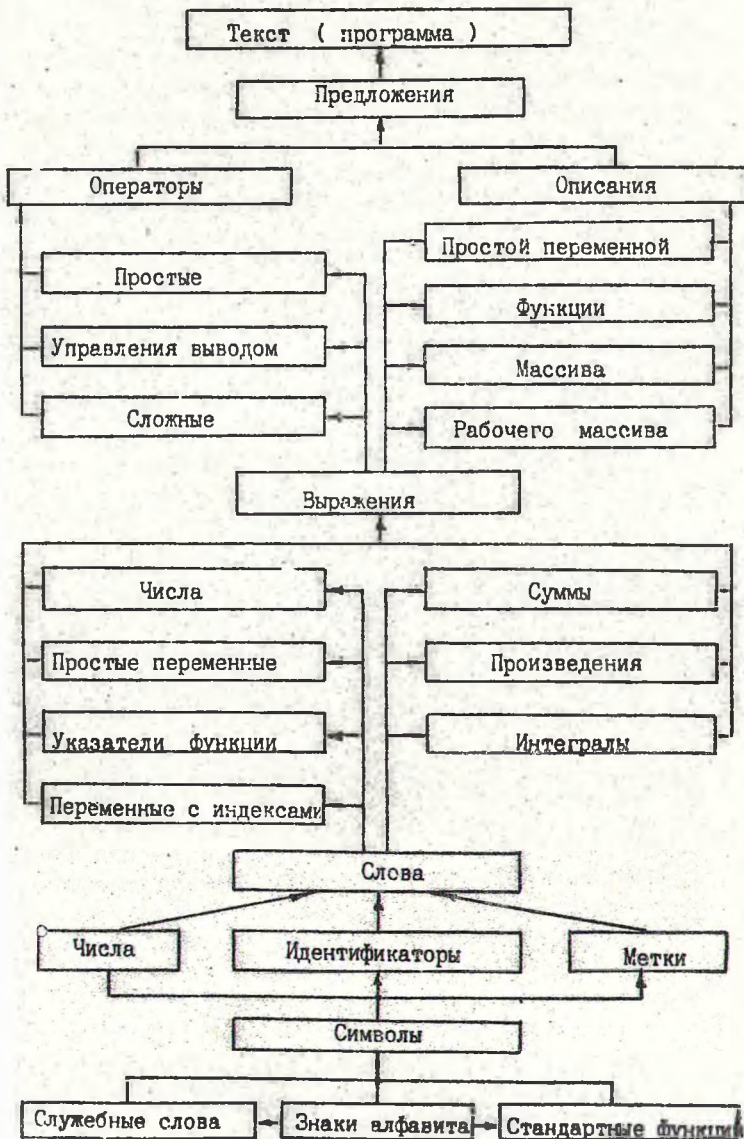


Рис.3. Структура языка "АЛМИР-65"

Скорости движения V при различных передачах и полной нагрузке на машину называют динамической характеристикой. Динамическая характеристика с номограммой нагрузок и графиком контроля буксования называется динамическим паспортом, который является основным документом транспортной системы.

Расчет ведется в следующей последовательности.

Для выбранного диапазона числа оборотов коленчатого вала двигателя n_i и передаточных чисел трансмиссии K_i определяются значения эффективной мощности двигателя N_e , Вт по формуле

$$N_e = N_e^{\max} \cdot (A \cdot \lambda + B \lambda^2 - C \lambda^3), \quad (1)$$

где $\lambda = \frac{n}{n_{ен}}$; N_e^{\max} - максимальная мощность двигателя, Вт; $n_{ен}$ - обороты двигателя, соответствующие максимальной мощности, об/мин.; A , B и C - коэффициенты.

Максимальная мощность двигателя определяется по следующей методике.

Для автопоезда $N_e^{\max} = B_1 \cdot M_n \cdot (f_{\max} + i) \cdot v^{\min} \cdot g / 3,6 \cdot \eta_m$, где B_1 - коэффициент запаса мощности двигателя; M_n - полная масса транспортной системы, кг; f_{\max} - максимальный коэффициент сопротивления движению; i - дорожный подъем; v^{\min} - минимальная скорость движения, км/ч; η_m - КПД силовой передачи; g - ускорение свободного падения, м/с².

Для лесного трактора с пачкой деревьев в полупогруженном состоянии

$$N_e^{\max} = B_1 \cdot \frac{[(M_t + Z \cdot M_g)(f_{\max} + i) + (1 - Z)M_g(f_B + i)] \cdot v^{\min} \cdot g}{3,6 \cdot \eta_m}, \quad (3)$$

где M_t - масса трактора, кг; M_g - масса трелеваемого пакета деревьев, кг; Z - часть пакета, нагружающая тягач; f_{\max} - коэффициент сопротивления движению тягача; f_B - коэффициент сопротивления волокающейся части пакета.

Величина крутящих моментов M_e , Нм развиваемых двигателем, определяется по формуле

$$M_e = N_e / 0,105 \cdot n. \quad (4)$$

Скорость движения машины V , км/ч определяется с учетом заданных передаточных чисел трансмиссии K_i :

$$V = 0,377 \cdot R \cdot n / K_i, \quad (5)$$

где R - динамический радиус колеса, м; K_i - общее передаточное число трансмиссии на i -ой передаче.

$$R = \left(\frac{2H + D}{2} \right) \cdot \lambda g; \quad (6)$$

(7)

где H - высота шины, м; D - диаметр обода, м; λg - коэффициент деформации шины, равный для автомобиля 0,93-0,935; K_{ikp} - передаточное число коробки передач на i -ой передаче; K_{ipk} - передаточное число раздаточной коробки на i -ой передаче; $K_{вм}$ - передаточное число ведущего моста.

Свободная сила тяги P_a , Н равна (для случая установившегося движения):

$$P_a = P_K - P_w,$$

где P_K - касательная сила тяги, Н; P_w - сопротивление воздушной среды, учитываемое при скорости $V > 20$ км/ч, Н.

$$P_K = M_e \cdot K_i \cdot \eta_m / R; \quad (8)$$

$$P_w = K_v \cdot F \cdot V^2 \cdot g / 13, \quad (9)$$

где K_v - коэффициент обтекаемости, кг·с²/м⁴; F - лобовая площадь, м².

Анализ формы современных легковых автомобилей, автобусов, грузовых автомобилей и автопоездов, а также характера их взаимодействия с воздушным потоком показывает, что для определения лобовой площади может быть использована следующая формула:

$$F = C_{\text{ф}} [(H_a - \ell) \cdot B_a] + n_k \cdot \ell \cdot B_{\text{ш}}, \quad (10)$$

где $C_{\text{ф}}$ - коэффициент формы, равный для легковых автомобилей 0,69, для грузовых автомобилей, автопоездов и автобусов - 1,0; B_a - габаритная ширина транспортного средства, м; H_a - габаритная высота транспортного средства, м; ℓ - расстояние от дороги до днища транспортного средства, м; $B_{\text{ш}}$ - ширина колеса с шиной, м; n_k - количество колес (при односкатных задних колесах $n_k = 2$, при двухскатных $n_k = 4$).

Для современных автомобилей можно с достаточной точностью принимать ℓ равным статическому радиусу колеса с шиной.

В результате расчетов по формулам (1-10) получается за-

Зависимость $P_a = f(V)$, по которой строится тяговая характеристика. Динамическая характеристика определяется из выражения

$$D = P_a / (M_n \cdot g). \quad (II)$$

Для построения динамического паспорта ось абсцисс динамической характеристики (рис. 4) продолжается влево (рис. 5), и на ней наносится шкала нагрузок. Через нуль шкалы нагрузок проводится ось ординат и на ней наносится шкала динамического фактора D_0 для негруженой машины. Величина масштаба a_0 для шкалы D_0 находится из соотношения

$$a_0 = a \cdot D_0 / D, \quad \text{или} \quad a_0 = a \cdot M_n / M_T, \quad (12)$$

где a - масштаб шкалы D для полностью груженой машины;
 M_T - масса незагруженного тягача, кг.

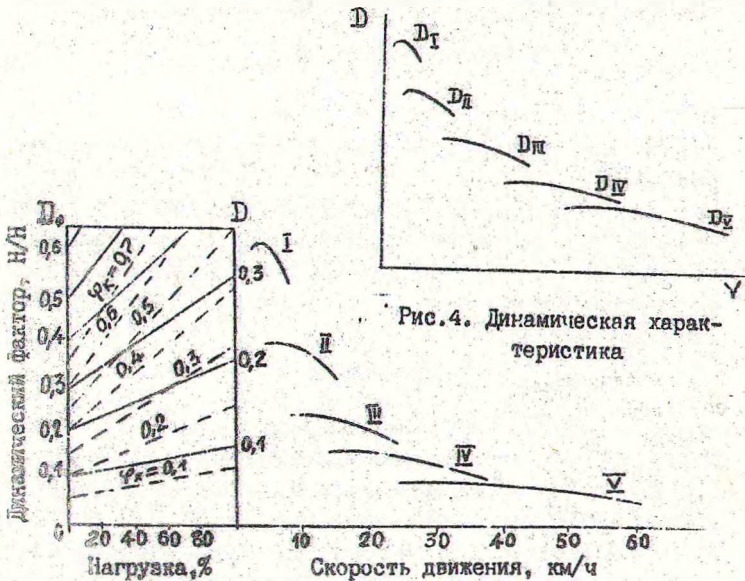


Рис. 4. Динамическая характеристика

Рис. 5. Динамический паспорт

Равные значения D и D_0 соединяются между собой линиями. Для определения возможности буксования ведущих колес необходимо сопоставить величины динамических факторов по

Условиям тяги и по условиям сцепления, что удобно производить при помощи графика контроля буксования. Каждая из линий графика (штриховые линии) достаточно точно описывается уравнением

$$D\varphi_x = m_2 Mx_2 \cdot \varphi / Mx, \quad (13)$$

где Mx - полная масса тягача при $x\%$ ее загрузки; Mx_2 - часть массы Mx , приходящаяся на ведущие колеса; m_2 - коэффициент перераспределения нагрузки на ведущие колеса, подсчитывается в зависимости от коэффициента сцепления φ по уравнению

$$m_2 = \cos \varphi / \left(1 - \frac{h_g}{L} \cdot \varphi\right). \quad (14)$$

Приняв значения угла продольного уклона дороги $\alpha = 0$ и отношения $\frac{h_g}{L} = 0,3$, что весьма близко к реальным значениям этого отношения для современных автомобилей, получим

$$m_2 = 1 / (1 - 0,3 \cdot \varphi). \quad (15)$$

Граничные значения динамического фактора по сцеплению (негруженого и полностью груженого автомобиля) определяются выражениями

$$D\varphi_0 = m_2 \cdot Mt_2 \cdot \varphi / Mt; \quad D\varphi = m_2 \cdot Ma_2 \cdot \varphi / Ma, \quad (16)$$

где Mt_2 и Ma_2 - масса, приходящаяся на ведущие колеса негруженого и полностью груженого тягача соответственно, кг;

Ma - масса тягача с грузом, кг.

По формулам (16) определяют значения динамических факторов по сцеплению ($D\varphi_0$ и $D\varphi$ соответственно) негруженого и груженого автомобиля для различных φ_x . Величины $D\varphi_0$ и $D\varphi$ откладывают на соответствующих осях в масштабах, принятых для этих осей (a_0 и a).

Порядок выполнения работы

1) В соответствии с заданием выбрать из табл. I значения исходных данных к расчету.

2) Пользуясь уравнениями (I-II) и операторной частью программы 1 и 2, составить программу для расчета тягово-динамической характеристики на ЭЦВМ "Мир-1".

3) Пользуясь уравнениями (12-16) и операторной частью программы 3, составить программу для расчета графика контроля буксования на ЭЦВМ.

4) Ввести программу и произвести вычисления на ЭЦВМ.

Примечание. При известной максимальной мощности двигателя машины расчет тягово-динамической характеристики ведется по программе (4).

Таблица I
Исходные данные к лабораторной работе №1

Индикс в формулах	В программе	Единица изменения	Вариант			
			1	2	3	4
I	2	3	4	5	6	7
$N_{e\max}$	HEM	Вт	-	-	-	-
B ₁	B1		1,2	1,15	1,26	1,2
M _п	MP	кг	34000	47400	16225	-
ρ_{\max}	FM		0,15	0,14	0,15	0,25
l_{\min}	J		0,11	0,1	0,12	0,15
V _m	VM	км/ч	6	6	6	4
ρ_m	KM		0,89	0,85	0,82	0,88
A	A		0,5	0,5	1,0	0,5
B	B		1,5	1,5	1,0	1,5
C	C		1,0	1,0	1,0	1,0
Pen	NEN	мин ⁻¹	2100	2100	3200	2100
R	R	м	0,535	0,595	0,535	0,875
K _i	K[Г]		60,217	78,32	113,57	84,5
			42,845	55,73	62,587	59,6
			30,693	39,92	34,957	40,4
			21,812	28,37	22,44	42,4
			15,268	19,66	15,265	34,2
			10,828	14,98	54,602	24,2
			7,79	10,13	30,09	20,0
			5,531	7,19	16,806	17,2
					10,788	
					7,339	
	W	шт.	8	8	10	8
F	F	м ²	9	9,1	5,6	5,7
K _v	KV	кг.с ² /м ⁴	0,056	0,063	0,065	0,07
	A1	мин ⁻¹	1100	1100	1100	1100
	A2	"	200	200	300	200
	A3	"	2300	2300	3200	2300
M _g	MG	кг	-	-	-	1,80
Z	Z		-	-	-	0,07

	1	2	3	4	5	6	7
φ_B	FB			-	-	-	0,6
φ	ФИ			-	-	-	-
$D\varphi_0$	ДФИ0	Н/Н		-	-	-	-
$D\varphi$	ДФИ	"-		-	-	-	-
M_T	MT	кг	9050	12270	6225	11940	
M_{T2}	MT2	"-	3750	5030	3185	5070	
M_a	MA	"-	13000	21400	9775	13200	
M_{a2}	MA2	-	10000	17125	6685	6000	
g	G	м/с ²	9,81	9,81	9,81	9,81	

Примечания: I. W - число передач. 2. В индексные скобки K[...] подставляется цифрой количество общих передаточных чисел трансмиссии W.

Программа I для расчета тягово-динамической характеристики автопоезда

"P"3. NEM=B1*MI*(FM+J)*VM*G/(KM*3.6); "ДЛ" I=1 "Ш" 1 "ДО" W "ВЫП" "ДЛ" N=A1 "Ш" A2 "ДО" A3 "ВЫП" (L=N/NEN; NE=NEM*(A*I+B*L+2-C*L+3); ME=NE/(.105*N); V=.377*R*N/K[I]; PK=ME*J*K[I]/R; "E" V>20 "ТО" (PW=KV*F*V+2*G/13; PA=PK-PW) "ИНА" (PA=PK; PW=0); D=PA/(MI*G) "ВЫВ" "ТА" 1, I, V, PA, D) "ГДЕ" W=.; A1=.; A2=.; A3=.; B1=.; MI=.; FM=.; J=.; VM=.; KM=.; A=.; B=.; C=.; NEN=.; R=.; F=.; KV=.; G=.; K[...]=. "КО"

Программа 2 для расчета тягово-динамической

характеристики колесного трелевочного трактора

"P"3. NEM=B1*((MT+Z*MD)*(FM+J)+(1-Z)*MD*(FB+J))*VM*G/(KM*3.6); "ДЛ" I=1 "Ш" 1 "ДО" W "ВЫП" "ДЛ" N=A1 "Ш" A2 "ДО" A3 "ВЫП" (L=N/NEN; NE=NEM*(A*I+B*L+2-C*L+3); ME=NE/(.105*N); V=.377*R*N/K[I]; PK=ME*KM*K[I]/R; "E" V>20 "ТО" (PW=KV*F*V+2*G/13; PA=PK-PW) "ИНА" (PA=PK; PW=0); D=PA/((MT+MD)*G) "ВЫВ" "ТА" 1, I, PA, V, D) "ГДЕ" W=.; A1=.; A2=.; A3=.; B1=.; MT=.; MD=.; Z=.; FM=.; J=.; FB=.; VM=.; KM=.; A=.; B=.; C=.; NEN=.; R=.; F=.; KV=.; G=.; K[...]=. "КО"

Программа 3 для расчета графика контроля буксования

"P"3. "ДЛ" ФИ=1 "Ш" 1 "ДО" 6 "ВЫП" (M2=1/(1-.3*ФИ); ДФИ0=M2*MT2*ФИ/MT; ДФИ=M2*MA2*ФИ/MA; "ВЫВ" "ТА" ФИ, ДФИ0, ДФИ) "ГДЕ" MT2=.; MT=.; MA2=.; MA=.. "КО"

Программа 4- для расчета характеристики автопоезда при известной максимальной мощности двигателя

"P"3. "ДЛ"1="Ш"1"ДО"В"ВЫГ""ДЛ"Н=A1"Ш"А2"ДО"А3"ВЫП"(L=N/NEN; NE=NEM*(A*L+B*L+2-C*L/3); ME=NE/(.105*N); V=.377*R*N/K[I]; PK=ME*KM*K[I]/R; "E"V>20"ТО"(PV=KV*F*V+2*G/13; PA=PK-PV)"ИНА"(PA=PK; PV=0); D=PA/(MP*G); "ВЫВ""ТА"1, I, V, PA, D)"ГДЕ"В=.; A1=.; A2=.; A3=.; N EM=.; KM=.; A=.; B=.; C=.; NEN=.; R=.; F=.; KV=.; G=.; MP=.; K [...]=."КО"

Содержание отчета

В отчете приводятся полученные результаты расчетов, программы решения задачи. По данным расчета строится динамический паспорт транспортного средства и выполняется его анализ.

ЛИТЕРАТУРА

- Иларионов В.А. Эксплуатационные свойства автомобилей. - М., 1966. - 280с.
Бортницкий П.И., Задорожный В.И. Тягово-скоростные качества автомобилей: Справочник. - Киев, 1978. - 176с. ◦
Евграфов А.Н. и др. Определение лобовой площади автомобиля. - ВИ "Конструкции автомобилей", 1982, №4, с. 23-25.

Лабораторная работа №2

РАСЧЕТ ДИНАМИЧЕСКОГО ПАСПОРТА КОЛЕСНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ С ГИДРОМЕХАНИЧЕСКОЙ ТРАНСМИССИЕЙ ◦

Расчет показателей динамики колесной транспортной системы с гидромеханической трансмиссией осложнен от - сутствием жесткой кинематической связи между коленчатым валом двигателя и трансмиссионной системы и поэтому имеет свои особенности.

Показатели динамики транспортного средства с гидро- передачей рассчитывают в следующей последовательности.

Геометрически подобные гидротрансформаторы (ГТ) одинаковой конструкции имеют одинаковые безразмерные характеристики отличаются лишь размерами. Используя это обстоятельство, выбирают по имеющимся безразмерным ха-

характеристикам гидротрансформатор с нужными преобразующими свойствами и строят аналогичный по конструкции, изменяя лишь все размеры в соответствии с величиной крутящего момента, развиваемого двигателем.

Для этого строят скоростную характеристику по формулам (I-4) или же по заводским данным для выбранного двигателя.

Активный диаметр D_a , м гидротрансформатора определяют по уравнению

$$D_a = \sqrt{\frac{M_e}{(\gamma \cdot \lambda_n) \cdot n_{en}^2}} \quad (I7)$$

где M_e - момент на валу двигателя, соответствующий N_e ; n_{en} - число оборотов коленчатого вала, соответствующее N_e ; $\gamma \cdot \lambda_n$ - коэффициент момента, соответствующий значению $\eta = \eta_{max}$ (принимается по безразмерной характеристике выбранного прототипа ГТ).

Далее производится выбор сорта жидкости для ГТ (ее плотности γ) и подсчет изменения момента сопротивления насоса $M_n, \text{Нм}$.

$$M_n = \gamma \cdot \lambda_n \cdot n_n^2 \cdot D_a^5 \cdot g. \quad (I8)$$

Затем строится входная характеристика ГТ (при $n_n = n_{en}$). Значения λ_n берутся из безразмерной характеристики принятого прототипа в зависимости от передаточного отношения ГТ i (рис. 6). Скоростная характеристика двигателя $M_e = f(n_e)$, $N_e = f(n_e)$ и входная характеристика ГТ $M_n = f(n_e)$ совмещаются (рис. 7).

Затем производится расчет характеристики совместной работы насоса и турбины на основе следующих аналитических зависимостей:

$$n_T = n_n \cdot i; \quad M_T = k \cdot M_n; \quad \eta = k \cdot i. \quad (I9)$$

Значения n_n берутся из нагрузочной характеристики системы двигатель-гидротрансформатор в точках пересечения кривых M_n и кривой M_e при различных i . Полных оборотов n_T колесо турбины не может достичь вследствие наличия скольжения, которое можно принять $S = 3\%$.

Дальнейший тягово-динамический расчет транспортной системы с гидронепредель осуществляется по аналогии с расчетом, приведенным в лабораторной работе №1 (формулы 5-1).

Г-16).

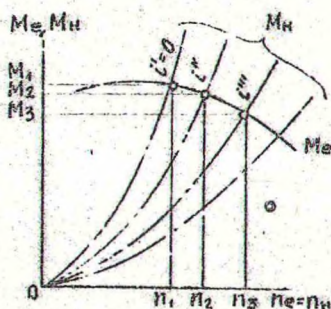
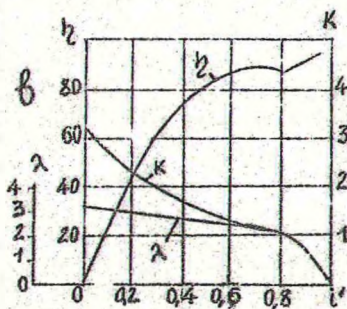
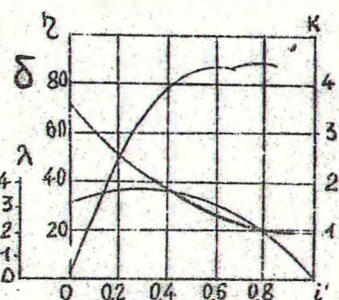
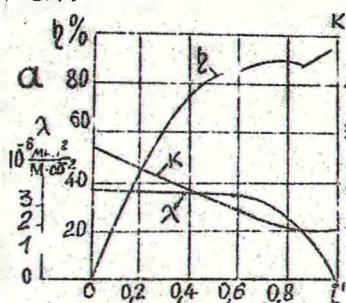


Рис.6. Характеристики гидро- трансформаторов: а-ЛГ-390; б-ЛГ-440; в-ЛГ-340.

Рис.7. Нагрузочная характе- ристика системы двигатель -ГТ.

Порядок выполнения работы

- 1) В соответствии с заданием (номер варианта должен соответствовать варианту лаб. работы №1) по табл. I и 2 выбрать значения исходных данных к расчету.
- 2) Выбрать прототип гидро трансформатора.
- 3) Пользуясь уравнениями (I-4), (I7-18) и операторной частью программ 5-7, составить программы для расчета характеристик: скоростной двигателя и входной гидро трансформатора на ЭЦВМ.
- 4) Ввести программу, произвести вычисления. По данным расчета построить нагрузочную характеристику системы двигатель-гидро трансформатор.

5) Взять значения P_n при различных U из этой характеристики.

6) Дальнейший расчет динамического паспорта транспортной системы с гидropередачей произвести по аналогии с лабораторной №1 на основании зависимостей (18) и (19), уравнений 5-16, пользуясь операторной частью программ 8 и 3.

Т а б л и ц а 2

Исходные данные к лабораторной работе №2

Индекс в формулах	в про- лах грамме	Единица измере- ния	Вариант			
			1	2	3	4
1	2	3	4	5	6	7
Прото- тип	ГТ		ЛГ-390	ЛГ-440	ЛГ-340	ЛГ-340
	X	шт.	8	8	8	8
	W1	"	4	4	6	4
M_e^{max}	A11	мин ⁻¹	1700	1700	2300	1700
	NEM	Нм	Выбирается из расчета или по базово- му двигателю по максимальному значе- нию			
λ_n	DA	$\frac{м}{об \cdot мин^2}$	Выбирается из расчета по прогр.7			
	IM	$\frac{м}{об \cdot мин^2}$	Выбирается из характеристики ГТ- прототипа при $\tau = \tau_{max}$			
			3,0	2,55	2,19	2,19
γ	Г	кг/м ³	845	850	860	855
	S		0,03	0,03	0,03	0,03
M_n	IM	Нм	1940	1935	2720	1865
	$n_n[11]$	мин ⁻¹				
i	IM[11]		1940	1810	2675	1825
			1940	1840	2675	1825
			1965	1955	2765	1900
			1995	2065	2848	1955
			2085	2100	2995	2070
			2100	2100	3075	2100
			2100	2100	3160	2100
				0	0	0
		0,2	0,2	0,2	0,2	
		0,4	0,4	0,4	0,4	
		0,6	0,6	0,6	0,6	
		0,65	0,71	0,69	0,69	

Продолж. табл. 2.

	1	2	3	4	5	6	7
$\lambda_{нi}$	ИИ[11] $\frac{10^{-6} \text{мин}^2}{\text{об}^2 \cdot \text{м}}$			0,75	0,8	0,8	0,8
				0,85	0,86	0,87	0,87
				0,95	0,97	0,95	0,95
				3,61	3,2	2,81	2,81
				3,61	3,7	2,94	2,94
				3,61	3,6	2,94	2,94
				3,47	3,1	2,69	2,69
				3,36	2,75	2,5	2,5
				3,0	2,3	2,19	2,19
				2,33	1,85	2,0	2,0
K	KI[11]			1,11	0,6	1,0	1,0
				2,77	3,56	3,2	3,2
				2,33	2,65	2,31	2,31
				1,89	1,9	1,75	1,75
				1,45	1,4	1,31	1,31
				1,33	1,2	1,13	1,13
				1,19	1,05	1,06	1,06
				1,0	1,0	1,0	1,0
				1,0	1,0	1,0	1,0
				20,75	26,27	37,09	34,2
K _i	K[I]			12,26	19,57	21,98	24,2
				7,79	10,3	14,96	20,0
				5,09	7,67	17,83	17,2
						10,57	
						7,19	

Примечания: 1. W1 -общее число передач механической части трансмиссии. 2. X -количество значений параметров при различных i. 3. В квадратных скобках в описательной части программы вместо I подставляется цифрой общее число передач W1, а вместо I1 - X.

Программа 5 для расчета скоростной характеристики двигателя автопоезда
 "P"3.NEM=B1*MI*(FM+J)*VM*O/(KM*3.6); "дл" N=A1"ш" A2"до" A3"вып"(L=N/NEN; NE=NEM*(A*L+B*L+2-C*L+3); ME=NE/(.105*N); "выб" "та" I,N,NE,ME) "где" A1=.; A2=.; A3=.; B1=.; MI=.; FM=.; J=.; VM=.; O=.; K=.; A=.; B=.; C=.; NEN=.. "ко"

Программа 6 для расчета скоростной характеристики двигателя колесного трелевочного трактора

"P"З. NEM=B1*((MT+Z*MD)*(FM+J)+(1-Z)*MD*(FB+J))*VM*G/(KM*З.6)
 ;"ДЛ" N=A1"Ш" A2"ДО" A3"ВЫП"(I=N/NEN; NE=NEM*(A*L+Б*Л+2-С*Л+3); ME=N
 E/(.105*N); "ВЫВ" "ТА" I, N, NE, ME) "ГДЕ" A1=.; A2=.; A3=.; B1=.; MT=.;
 Z=.; MD=.; FM=.; J=.; FB=.; VM=.; G=.; KM=.; NEN=.; A=.; B=.; G
 =.. "КО"

Программа 7 для расчета входной характеристики гидротрансформатора

"P"З. DA=(MEM/(Г*ЛНМ*1_н-6*NEN+2))*(1/5); "ВЫВ" D1 ; "ДЛ" I1=1"Ш" I1"ДО"
 X"ВЫП" "ДЛ" N=A1"Ш" A2"ДО" A3"ВЫП"(MН=ЛН[I1]*1_н-6*Г*NEN+2*DA+5*G; "ВЫ
 В" "ТА" I, I1, N, MН) "ГДЕ" A1=.; A2=.; A3=.; X=.; MEM=.; Г=.; ЛНМ=.;
 NEN=.; G=.; ЛН[...]=.. "КО"

Программа 8 для расчета тягово-динамической характеристики

"P"З. "ДЛ" I=1"Ш" I1"ДО" W1"ВЫП" "ДЛ" I1=1"Ш" I1"ДО" X"ВЫП"(NT=(1-S)*NH[I
 1]*IШ[I1]; MН=ЛН[I1]*1_н-6*Г*NH[I1]+2*DA+5*G; MT=RT[I1]*MН; V=, 377*
 NT*R/R[I]; PK=MT*KM*K[I]/R; "E" V>20"ТО"(PW=KV*F*V1 *G/13; PA=PK-PW
)"ИНА"(PA=PK; PW=0); D=PA/(MП*G); "ВЫВ" "ТА" I, I, I1, PA, V, D) "ГДЕ" W1=
 .; X=.; S=.; MП=.; R=.; DA=.; Г=.; KV=.; F=.; KM=.; G=.; NH[...]=
 ..; IШ[...]=.; ЛН[...]=.; КТ[...]=.; К[...]=.. "КО"

Содержание отчета

В отчете приводятся полученные результаты расчетов, программы решения задачи. По данным расчета строится динамический паспорт транспортного средства с гидротрансформацией, выполняется его анализ и производится сравнение данного паспорта с паспортом средства с механической трансмиссией.

ЛИТЕРАТУРА

Орлов С.Ф., Нарбут М.В. Методическое руководство по тяговому расчету автомобилей и тракторов с гидротрансформатором. -Л., 1962. -38с. ○

Лабораторная работа № 3
ОЦЕНКА СИЛОВОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ КОЛЕСНОЙ
ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ С ПАЧКОЙ ДЕРЕВЬЕВ

В качестве критерия для оценки общей компоновки трелевочной машины на колесном ходу можно пользоваться величиной реакции грунта под колесами.

Рассмотрим колесную систему (рис. 8), движущуюся на подъем. Технологические силы T и M определяются из условия равновесия пакета хлыстов (рис. 8б):

$$N = M_g \cdot \frac{f_2 \cdot ctg \delta \cdot \cos \alpha + [(1-n) \cdot ctg \delta - \frac{n}{f_2}] \cdot \sin \alpha}{f_2 \cdot ctg \delta + 1} \cdot g; \quad (20)$$

$$T = M_g \cdot \frac{f_2 \cdot \cos \alpha + [n \cdot (f_2 \cdot ctg \delta + 1)] \cdot \sin \alpha}{f_2 \cdot ctg \delta + 1} \cdot g, \quad (21)$$

где $\sin \gamma = \frac{1}{B} \cdot (1 \pm \sqrt{1 + AB})$; $A = \frac{L_g(1-n)}{l_{тр}}$; $B = A - \frac{1}{A} + \frac{L_g}{(1-n)l_{тр}} \left(\frac{n}{f_2} + \frac{H}{L} \right)^2$;

M_g — масса пакета хлыстов, кг; f_2 — коэффициент сопротивления волочению пакета; n — коэффициент, учитывающий, какая часть силы веса пакета приходится на тягач (при трелевке комлями вперед $n = 0,67$, вершинами вперед $n = 0,33$); $l_{тр}$ — длина троса, м; L_g — длина пакета, м; H — высота трелевочной арки, м; g — ускорение свободного падения, м/с².

Суммарный реактивный момент $M_p = M_1 + M_2$ определяется по формуле

$$M_p = z_k \left[(N + M_r \cdot \cos \alpha \cdot g) \cdot f_1 + T + M_r \cdot \sin \alpha \cdot g \right], \quad (22)$$

где M_r — эксплуатационная масса машины, кг; f_1 — коэффициент сопротивления движению машины.

Составив уравнение моментов относительно точки O_1 и приравняв его к нулю, получим выражение для реакции Z_1 , Н:

$$Z_1 = \frac{1}{z_1} \left\{ M_r \cdot g \left[a \cdot \cos \alpha - (h_r - z_k) \cdot \sin \alpha \right] - T \cdot (h - z_k) - N \cdot a_n - M_p \right\}. \quad (23)$$

Опорная реакция на задней оси тягача Z_2 , Н определяется из формулы

$$Z_2 = M_r \cdot \cos \alpha \cdot g + N - z_1. \quad (24)$$

Суммарное давление на грунт от передних и задних колес тягача:

$$Z_{1n} = Z_1 + 2 \cdot M_1 \cdot \cos \alpha \cdot g; \quad (25)$$

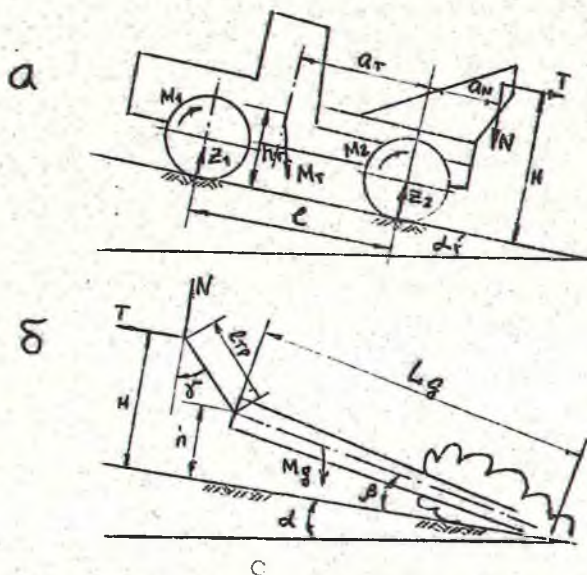


Рис.8. Расчетная схема трелевки древесины в полуподвешенном состоянии: а-схема сил, действующих на тягач; б-схема сил, действующих на груз.

$$Z_{2n} = Z_2 + 2 \cdot m_2 \cdot \cos d \cdot g. \quad (26)$$

Здесь $2 \cdot m_1$ - масса двух колес передней оси и $2 \cdot m_2$ - масса двух колес задней оси.

Выполнив расчеты по формулам (20-26), получают зависимости $Z_{1n} = f(d, Mg)$ и $Z_{2n} = f(d, Mg)$, по которым определяют максимально допустимый угол d и наибольшую нагрузку на рейс Mg из условий

$$Z_{1n} > 0; Z_{2n} \leq 2 \cdot P_{доп}, \quad (27)$$

где $P_{доп}$ - допустимая нагрузка на одну шину заднего моста, Н.

Затем расчет повторяют для трелевки вершинами вперед и проводят аналогичный анализ. После того, как установлены допустимый угол подъема пути, рейсовая нагрузка и метод трелевки, рассчитывается зависимость Z_{1n} и Z_{2n} конструктив-

ных параметров технологического оборудования, т.е.

$$Z_{1n} = f(a_n, H) \text{ и } Z_{2n} = f(a_n, H) \text{ при } d = d^{\max} \text{ и } M_g = M_g^{\max}$$

На основании расчета устанавливается их рациональное соотношение по условиям (27).

Т а б л и ц а 3
Исходные данные к лабораторной работе №3

Параметры			Варианты			
в формулах	в прог-рамме	единицы измерения	Варианты			
			1	2	3	4
1	2	3	4	5	6	7
M_g^{\max}	MG	кг				
α	A	рад				
α_2	F2		0,5	0,6	0,7	0,8
$\beta_{гп}$	LTP		0,4	0,5	0,6	0,7
n	N		0,67 или 0,33			
N	N1	Н				
T	T	Н				
Z_k	RK	м	0,5	0,6	0,7	0,8
M_T	MT	кг	9000,0	10000,0	11000,0	12000,0
ρ_1	F1		0,12	0,13	0,14	0,15
M_p	MP	НМ				
$\rho_{гт}$	L	м	2,86	2,9	3,0	3,2
$h_{гт}$	AT	м	1,5	1,6	1,7	1,8
$L_{гг}$	HT	м	1	1,2	1,4	1,6
$H_{гг}$	LD	м	20	25	30	35
a_n	H	м	1,8	1,9	2,0	2,1
m_1	AN	м	0,1	0,2	0,3	0,4
m_2	M1	кг	200,0	300,0	400,0	500,0
$P_{гоп}$	J2	кг	200,0	300,0	400,0	500,0
g	H	Н	50000	60000	70000	80000
	0	м/с ²	9,81	9,81	9,81	9,81
	A1	кг	1000	1500	2000	2500
	A2	кг	4000	6000	8000	10000
	A3	рад	0,05	0,05	0,05	0,05
	A4	рад	0,1	0,1	0,1	0,1

$\square N, a_n$ - параметры, варьируемые в процессе расчета.

Порядок выполнения работы

1. На основании расчетной схемы, задания к работе, формул (20-26) и операторной части программы 9 составляется программа решения задачи на ЭЦВМ "Акр-1".

2. Производятся расчеты для трелевки комами вперед.

3. Производятся расчеты для трелевки вершинами вперед.

4. Определяются допустимый угол наклона пути и рейсовая нагрузка по условиям (27).

5. Уточняются конструктивные параметры технологического оборудования путем расчета и построения зависимостей

$Z_{1n} = f(a_n, H)$ и $Z_{2n} = f(a_n, H)$, и наложения ограничений по условиям (27).

Программа 9

"Р"Э."ДЛ"МД=0"Ш"А1"ДО"А2"ВЫП""ДЛ"А=0"Ш"А3"ДО"А4"ВЫП"(А5=LD*(1-N)/LTP;B=A5-1/A5+LD*((N/F2*H/LD)+2)/(1-N)*LTP);Г=ARCSIN((1+V(1+A5*B))/B);N1=MD*G*(F2*CTG(Г)*COS(A)+((1-N)*CTG(Г)-N/F2)*SIN(A))/(F2*CTG(Г)+1);T=MD*G*(F2*COS(A)+(N*(F2*CTG(Г)+1)*SIN(A)))/(F2*CTG(Г)+1);M=((N1+MT*COS(A)*G)*F1+T+MT*SIN(A)*G)*RK;Z1=(MT*G*(AT*COS(A)-(HT-RK)*SIN(A))-T*(H-RK)-N1*AN-MP)/L;Z2=MT*COS(A)*G+N1-Z1;Z1П=Z1+2*M1*COS(A)*G;Z2П=Z2+2*M2*COS(A)*G;"ВЫП""ТА"1,МД,а,Z1П,Z2П"ГДЕ"А1=.;'2=.;А3=.;А4=.;LTP=.;LD=.;I=.;MT=.;AT=.;HT=.;RK=.;H=.;AN=.;F2=.;F1=.;N=.;M1=.;M2=.;G=.."КО"

Содержание отчета

В отчете приводятся результаты всех расчетов в следующей последовательности: 1) расчетная схема; 2) методика исследований; 3) алгоритм задачи; 4) результаты расчетов в виде распечатки на ЭЦВМ; 5) построенные по ним графики с наложенными ограничениями по формуле (27); 6) анализ использования метода трелевки и конструктивных параметров технологического оборудования.

ЛИТЕРАТУРА

Орлов С.Ф. и др. Расчет и проектирование специальных лесных машин.-М., 1973.-149с.

Лабораторная работа №4
ИССЛЕДОВАНИЕ ПОПЕРЕЧНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ЛЕСОВОЗНОГО
ТЯГАЧА С ГИДРОМАНИПУЛЯТОРОМ

Для обеспечения необходимых мер техники безопасности машина с гидроманипулятором должна обладать хорошей поперечной устойчивостью, а также обеспечивать давление на колесо с одной ее стороны при перераспределении нагрузки между левыми и правыми колесами тягача при подъеме дерева, не превышающего критической величины.

При проектировании таких машин целесообразно подобрать рациональные параметры гидроманипулятора и характеристики рабочей зоны его установки, не изменяя параметров базовой машины. Расчетная схема приведена на рис. 9.

Рассмотрим подъем дерева стрелой гидроманипулятора за комель. Положение манипулятора в пространстве характеризуется углом β и вылетом стрелы L_M (плечо действия силы N_1). На стрелу манипулятора действует сила N_1 .

Считаем, что переворот машины может произойти относительно точки O_I .

При подъеме дерева сначала повернется на угол φ подвешенная масса тягача. Угол φ , рад равен

$$\varphi = \alpha \arccos \left(\frac{2 \cdot N_1 \cdot L_M \cdot \cos \beta}{L_p^2 \cdot C_p} \right) - \frac{\alpha}{2}, \quad (28)$$

где L_M - длина стрелы манипулятора, м; β - угол между поперечной плоскостью и стрелой манипулятора, рад; C_p - жесткость рессор одной стороны тягача, Н/м.

Тогда уравнение моментов относительно точки O_I будет иметь вид $M_T \cdot g \cdot \cos \alpha \cdot \left(\frac{L_k}{2} - \beta_{kp} \cdot \sin \varphi \right) - M_T \cdot g \cdot \sin \alpha \cdot h_T \cdot Z_1 \cdot L_k - N_1 \left[(L_M + H_M \cdot \operatorname{tg} \varphi) \cdot \cos \beta \cdot \cos \alpha - \frac{L_k}{2} \cdot \cos \alpha \right] = 0$.

Обозначив выражение $\frac{L_k}{2} - \beta_{kp} \cdot \sin \varphi$ через индекс A_1 , найдем Z_1 , Н:

$$Z_1 = \frac{1}{L_k} \left\{ M_T \cdot g \cdot \cos \alpha \cdot A_1 - M_T \cdot g \cdot \sin \alpha \cdot h_T - N_1 \left[(L_M + H_M \cdot \operatorname{tg} \varphi) \cdot \cos \beta \cdot \cos \alpha - \frac{L_k}{2} \cdot \cos \alpha \right] \right\}. \quad (29)$$

Реакция Z_2 , Н будет равна

$$Z_2 = M_T \cdot g \cdot \cos(\alpha + \varphi) + N_1 \cdot \cos \alpha - Z_1. \quad (30)$$

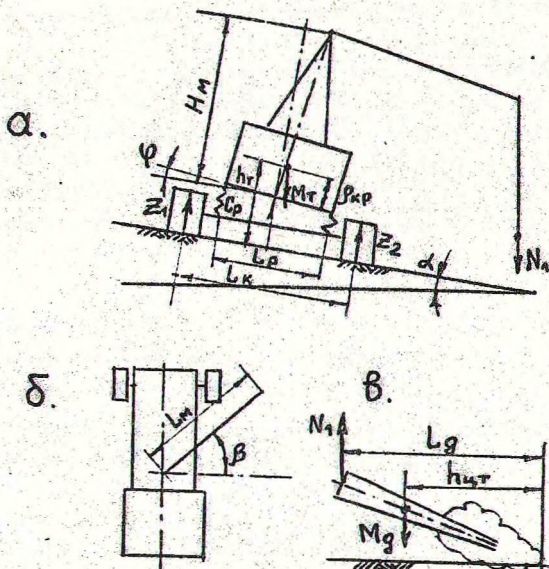


Рис. 9. Расчетная схема для определения действующих сил: а-схема сил, действующих на тягач в поперечной плоскости; б-схема для определения проекции на горизонтальную плоскость вылета стрелы в рабочей зоне без груза; в-схема определения технологической силы N_1 .

Технологическая сила N_1 , Н равна:

$$N_1 = Mg \cdot g \cdot h_{cr} / Lg. \quad (31)$$

Коэффициент статической устойчивости машины может быть определен как отношение восстанавливающего момента к опрокидывающему, т.е. :

$$K_y = M_b / M_o; \quad (32)$$

$$M_b = M_T \cdot g \cdot \cos(\alpha + \varphi) \cdot A_i; \quad (33)$$

$$M_o = M_T \cdot g \cdot \sin(\alpha + \varphi) \cdot h_T + N_1 \cdot L_m \cdot \cos \beta \cdot \cos \alpha. \quad (34)$$

Порядок выполнения работы

1. В соответствии с расчетной схемой, уравнениями (28-34), заданием и операторной частью программы IO составить программу решения задачи на ЭЦВМ "Мир-1".

2. Выполнить расчеты и построить следующие зависимости:

$$Z_1 = f(\alpha, Mg) \text{ и } Z_1 = f(\beta);$$

$$Z_2 = f(\alpha, Mg) \text{ и } Z_2 = f(\beta);$$

$$K_y = f(\alpha, Mg) \text{ и } K_y = f(\beta).$$

3. Для заданных параметров определить допустимые углы α , нагрузку Mg и рабочую зону (угол β), при которых:

$$K_y \geq 1,25;$$

$$Z_2 \leq 90000 \text{ Н.} \quad (35)$$

Т а б л и ц а 4

Индекс в формулах	в про- лах грамме	Единица измере- ния	Варианты			
			1	2	3	4
1	2	3	4	5	6	7
α^*	A	рад				
Mg^*	МД	кг				
$h_{цт}$	НЦТ	м	14	17	20	23
Lg	LD	м	20	25	30	35
L_m	LM	м	4	5	6	7
β^*	B	рад	от	0	до	$\pi/2$
L_k	ЛК	м	1,8	2,0	2,2	2,4
C_p	C	Н/м	$2 \cdot 10^6$	$1 \cdot 10^6$	$2,5 \cdot 10^6$	$3 \cdot 10^6$
M_t	MT	кг	5000,0	6000,0	7000,0	8000,0
L_p	LP	м	1,3	1,8	2,0	2,2
h_t	HT	м	1,0	1,1	1,2	1,3
g	G	м/с ²	9,81	9,81	9,81	9,81
$\rho_{кр}$	РокР	м	0,3	0,4	0,3	0,2
H_m	HM	м	2	2,5	2,2	2,3

Программа IO

"P"4. "ДЛ"А=0"Ш".1"ДО".3"ВЫП""ДЛ"МД=0"Ш"500"ДО"2000"ВЫП"(N1=МД
 $\times G \times \text{НЦТ} / LD; \Phi = \arccos(2 \times N1 \times LM \times \cos(B)) / (LP + 2 \times C) - 1.57; A1 = (LK / 2 + (HT$
 $- \text{РокР}) \times \sin(\Phi)); Z1 = (MT \times G \times (\cos(A + \Phi) \times A1 - \sin(A + \Phi) \times HT) - N1 \times (LM + HM \times T$
 $G(\Phi)) \times \cos(B) \times \cos(A)) / LK; Z2 = MT \times G \times \cos(A + \Phi) + N1 \times \cos(A) - Z1; MB = MT \times G$
 $\times \cos(A + \Phi) \times A1; MO = MT \times G \times \sin(A + \Phi) \times HT + N1 \times LM \times \cos(B) \times \cos(A); KY = MB / MO;$
 "ВЫВ""ТА"1, A, МД, Z1, Z2, KY) "ГДЕ" НЦТ=.; LD=.; LM=.; LP=.; B=.; L

"К=..;С=..;МТ=..;НТ=..;С=..;НМ=..;РОКР=.. "КО"

Содержание отчета

1. Расчетная схема с таблицей исходных данных. 2. Программа задачи на ЭЦМ и методика вывода уравнений. 3. Результаты расчетов в виде таблиц. 4. Построенные графики зависимостей Z_1 , Z_2 и K_y от α , M_g , β с нанесенными на них ограничениями. 5. Анализ результатов исследований. 6. Выводы по работе.

Лабораторная работа №5 ИССЛЕДОВАНИЕ ПОПЕРЕЧНОЙ ДИНАМИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ТРЕЛЕВОЧНОГО ТРАКТОРА

Современные трелевочные тракторы с целью обеспечения высокой плавности хода снабжены эластичной подвеской. Упругие свойства подвески оказывают значительное влияние на поперечную динамическую устойчивость трактора и требуют их учета при проведении расчета на устойчивость.

Рассмотрим процесс движения трелевочного трактора по микронеровностям дороги с учетом поперечно-угловых колебаний (рис. 10). При решении задачи принимаются следующие основные допущения: поперечно-угловые колебания подрессоренной массы трактора происходят вокруг оси крена O_I , которая определяется кинематикой подвески. Подвеска не имеет ограничений, профиль неровностей - синусоидальный, характеристика рессор - линейная.

Если частота собственных колебаний подрессоренной части трактора совпадает с частотой воздействия от дороги, то наступит явление резонанса (влияние демпфирующих элементов на частоту колебаний считаем малым).

Частота резонансных колебаний ν , C^{-1} равна:

$$\nu = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{C \rho \cdot \frac{L}{2} \cdot N - (M + H + M_g \cdot H_n) \cdot g}{J}} \quad (36)$$

Резонансная скорость движения V_p , км/ч будет

$$V_p = 3,6 \cdot S \cdot \nu, \quad (37)$$

где S - длина неровностей, м.

Угол наклона машины α_m , рад от наезда на неровность и максимальный угол раскачки φ_{max} , рад при резонансе равны:

$$\alpha_H = a \varepsilon \sin \left(\frac{H_1}{L_{H1}} \right); \quad (38)$$

$$\varphi_{\max} = \frac{\alpha_H}{\frac{M_a \cdot D^2}{2 \cdot J \cdot P \cdot 257} \left[N \cdot \frac{(M_T \cdot H + M_g \cdot H_n) \cdot g}{\frac{C_p \cdot L^2}{2}} \right]} \quad (39)$$

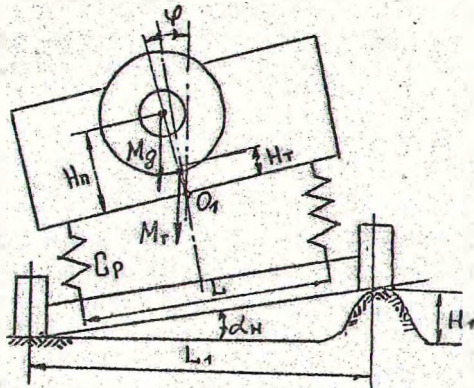


Рис.10. Расчетная схема поперечно-угловых колебаний машины

где M_a - коэффициент сопротивления амортизаторов, Н.с/м;
 D - расстояние между амортизаторами в поперечной плоскости, м; J - момент инерции поддресоренной массы трактора с пакетом хлыстов относительно оси крена, кг.м²; C_p - жесткость рессор одной оси, Н/м; H_n - высота неровностей (максимальная), м; L - рессорная колея, м; L_{H1} - колесная колея, м; N - число амортизаторов, шт.; M_T - эксплуатационная масса трактора, кг; M_g - масса пакета хлыстов, кг.

Порядок выполнения работы

1. Изучить расчетную схему и методику выполнения исследований.

2. Используя уравнения (36-39), задание к работе и пример программы П1, составить программу расчета задачи на ЭВМ "Ир-1".

3. Выполнить расчеты и получить следующие зависимости: $P = f(C_p)$; $V_p = f(C_p, S)$; $\varphi_{max} = f(H_1, C_p)$.

4. Построить графики этих зависимостей и проанализировать их.

5. В выводах по работе указать рациональные режимы движения трактора (по V_p), определить жесткость подвески и характер дорожных условий (по H_1).

Т а б л и ц а 5
Исходные данные к лабораторной работе №5

Индекс в формулах	в про- грамме	единица измере- ния	Варианты			
			1	2	3	4
C_p^*	C	Н/м	$1 \cdot 10^5$	$7 \cdot 10^5$		
S^*	S	м	0,5	-	3	
H_1	H1	м	0,05	-	0,4	
V_p	VP	км/ч				
φ_{max}	ФМ	рад				
L	L	м	1,4	1,6	1,8	2
N	N	шт.	2	3	2	3
M_T	MT	кг	5000,0	6000,0	7000,0	8000,0
H_0	HP	м	0,9	1,0	1,1	1,2
M_0	MD	кг	3000,0	4000,0	5000,0	5500,0
J	I	кг, м ²	400	500	600	700
L_1	L1	м	1,7	1,9	2,1	2,3
M_a	MA	Н.с/м	$2 \cdot 10^5$	$2,5 \cdot 10^5$	$3,0 \cdot 10^5$	$3,5 \cdot 10^5$
D	D	м	1,4	1,6	1,8	2
g	G	м/с ²	9,81	9,81	9,81	9,82
H_T	HT	м	0,1	0,15	0,2	0,25

Программа II

"P"4. "дл"С=1м5"ш"2м5"до"7м5"вып""дл"Н1=.05"ш".05"до".4"вып"(P
 $= \sqrt{((C \cdot L + 2 \cdot N / 2 - (M_T \cdot H_T + M_D \cdot H_P) \cdot G) / I)) / 6.28}$; $V_P = 3.6 \cdot S \cdot P$; $AN = \text{ARCSIN}$
 (H_1 / L_1) ; $\varphi_{max} = AN / (C \cdot M_a \cdot D + 2 \cdot (N - ((M_T \cdot H_T + M_D \cdot H_P) \cdot G) / (C \cdot L \cdot L / 2))) / (2 \cdot P \cdot I \cdot$
 $6.28)$; "выв""та"1,C,S,H1,P,VP,ФМ)"где""S=.;L=.;N=.;MT=.;HT
 $=.;MD=.;HP=.;I=.;L1=.;MA=.;D=.;G=."$ КО"

Содержание отчета

1. Методика выполнения исследования, допущения. 2. Про-
 граммa расчета на ЭЦМ "Мир-1". 3. Результаты расчетов. 4. Полу-

Численные графики. 5. Выводы по работе .

ЛИТЕРАТУРА

Жуков А.В., Золотоголов В.Г. Расчет и проектирование специальных лесных машин. - Мн., 1971. - III с.

Лабораторная работа № 6 ОПРЕДЕЛЕНИЕ УДАРНЫХ НАГРУЗОК ПРИ ГРАВИТАЦИОННОМ СПОСОБЕ ПОВАЛА ДЕРЕВЬЕВ

Для валочных машин, работающих по принципу гравитационного повала, необходимо производить расчет на прочность приемного устройства с учетом ударного импульса от падающего дерева. Значительные ударные нагрузки могут быть снижены на 30-40% путем введения в конструкцию приемного устройства (например, тягача) упругих элементов малой жесткости.

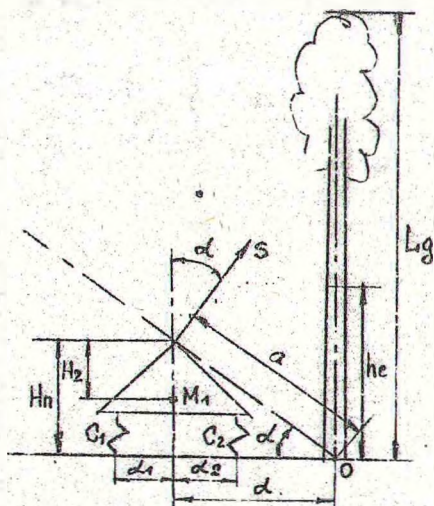


Рис. II. Расчетная схема для определения сил, действующих при падении дерева на машину

Пусть дерево падает на тягач с мягкой подвеской (рис. II).

Высота центра масс дерева $h_c = L_g/3$ (40)

Угол наклона α , рад при соударении с прицепом :

$$\alpha = \arctg\left(\frac{H_1}{a}\right); a = \frac{H_1}{\sin \alpha} \quad (41)$$

Частоты K и P , C^{-1} собственных вертикальных и продольно-угловых колебаний прицепа равны:

$$K = \sqrt{\frac{C_1 + C_2}{M_1}}; \quad (42)$$

$$P = \sqrt{\frac{(C_1 + C_2) \cdot (d_1 + d_2)^2}{J_c}} \quad (43)$$

Центральный момент инерции дерева J_c , кг·м² равен:

$$J_c = 100 \cdot M = M \cdot h_c^2 \quad (44)$$

Угловая скорость дерева до удара ω_1 , с⁻¹

$$\omega_1 = \sqrt{\frac{2 \cdot M \cdot h_c \cdot g \cdot (1 - \cos \alpha)}{J_c + M \cdot h_c^2}} \quad (45)$$

Ударный импульс будет равен

$$S = \frac{J_c \cdot 100 \cdot M^2 \cdot M_1 \cdot a \cdot \omega_1}{J_c \cdot M \cdot M_1 \cdot H_2^2 \cdot \alpha + J_c \cdot 100 \cdot M^2 \cdot \cos^2 \alpha + 100 \cdot M^2 \cdot M_1 \cdot (h_c \cdot \alpha)^2 + J_c \cdot 100 \cdot M \cdot M_1} \quad (46)$$

Усилия F_1 и F_2 , Н в рессорах определяются по формулам:

$$F_1 = C_1 \cdot S \left[\frac{\cos \alpha}{M_1 \cdot K} \sin(K \cdot t) + \frac{d_1 \cdot H_2 \cdot \sin \alpha}{100 \cdot M \cdot P} \sin(P \cdot t) \right]; \quad (47)$$

$$F_2 = C_2 \cdot S \left[\frac{\cos \alpha}{M_2 \cdot K} \sin(K \cdot t) - \frac{d_2 \cdot H_2 \cdot \sin \alpha}{100 \cdot M \cdot P} \sin(P \cdot t) \right]. \quad (48)$$

Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с методикой выполнения расчетов.
2. Составить программу, используя операторную часть программы I2 расчета задачи для ЭЦВМ "Мир-1".
3. Произвести расчеты и получить зависимости $F_1 = f(t)$ и $F_2 = f(t)$ для различных величин C_1 и C_2 .
4. Построить графики зависимостей $F_1 = f(t, C_1)$ и $F_2 = f(t, C_2)$.
5. Проанализировать полученные зависимости и выбрать рациональные значения C_1 и C_2 .

Программа I2

"P"4."дл"С1=1,4"ш"1,4"до"Э,4"вып""дл"т=0"лв.1"до"1"вып"(С2=С1
 J;HC=LD/3;AL=ARCTG(HП/D);A=HП/SIN(AL);K=V((C1+C2)/M1);P=V(C1
 +C2*(D1+D2)+2/I1);IC=100.M*HC*HC;W1=V(2*M*HC*G*(1-COS(AL))
 /(IC+M*HC+2));S=IC*100*M*M1*A*W1/(IC*M*M1*H2*H2*AL+IC*100*
 M*M*(COS(AL))+2+100*M*M*M1*(HC-A)+2+IC*100*M*M1);F1=C1*S*(CO
 S(AL)*SIN(K*T)/(M1*K)+D1*H2*SIN(AL)*SIN(AL)*SIN(P*T)/(100*M*

$F_1); F_2 = G_2 \times S \times (\cos(\alpha)) \times \sin(K \times T) / (M_1 \times K) - D_2 \times H_2 \times \sin(\alpha) \times \sin(P \times T) / (100 \times M \times P);$ "ВЫВ" "ТА" 1, G1, T, F1, F2) "ГДЕ" "НП" = .. ; "LD" = .. ; "D" = .. ; "M1" = .. ; "D1" = .. ; "D2" = .. ; "I1" = .. ; "H" = .. ; "H2" = .. ; "G" = .. "КО"

Т а б л и ц а 6
 Исходные данные к лабораторной работе № 6

Индикс в формулах		Единица измерения	Варианты			
в про- грамме			I	2	3	4
C ₁	C1	Н/м	10000	-	30000	
C ₂	C2	Н/м	10000	-	30000	
H _п	НП	м	I	1,2	1,5	1,7
L _г	LD	м	20	25	30	35
d	D	м	I	1,5	2	2,5
M ₁	M1	кг	2000	2500	3000	3500
d ₁	D1	м	I	1,2	1,4	1,6
d ₂	D2	м	I	1;2	1,4	1,6
J ₁	I1	кг.м ²	40000	50000	60000	70000
M	M	кг	1000	1500	2000	2500
t	T	с				
F ₁	F1	Н				
F ₂	F2	Н				
g	G	м/с ²	9,81	9,81	9,81	9,81
H ₂	H2	м	0,6	0,7	0,8	0,9

Содержание отчета

1. Методика выполнения исследований. 2. Программа решения задачи на ЭЦМ "Мир-1". 3. Результаты расчетов. 4. Полученные зависимости и их анализ. 5. Выводы.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
1. Назначение, технические данные, устройство и порядок работы на ЭЦВМ "Мир-1"	3
2. Алгоритмы и алгоритмические языки	13
Лабораторная работа №1. Расчет динамического паспорта транспортной системы с механической трансмиссией	18
Лабораторная работа №2. Расчет динамического паспорта колесной транспортной системы с гидромеханической трансмиссией	26
Лабораторная работа №3. Оценка силового взаимодействия колесной транспортной системы с пачкой деревьев	32
Лабораторная работа №4. Исследование поперечной устойчивости лесовозного тягача с гидроманипулятором	36
Лабораторная работа №5. Исследование поперечной динамической устойчивости трелевочного трактора	39
Лабораторная работа №6. Определение ударных нагрузок при гравитационном способе повала деревьев	42

Составители: Анатолий Васильевич Жуков, Яков Иванович Остриков,
Алексей Владимирович Гермацкий

МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ К ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ ПО КУРСУ
"ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ СПЕЦИАЛЬНЫХ ЛЕСНЫХ МАШИН
С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭЦЕМ"

Редактор И. В. Старовойтова. Корректор О. Ю. Ромаева.

Подписано в печать 26.08.83 .ЛТ 13267 .Формат 60x84¹/₁₆.

Печать офсетная. Усл. печ. л. 2,3. Уч.-изд. л. 2,5. Тираж 300 экз.

Заказ 463 .Цена 7 к.

Отпечатано на ротационной машине Белорусского ордена Трудового
Красного Знамени технологического института им. С. М. Кирова.

220630. Минск, Свердлова, 13.