



ТЕХНИЧЕСКИ УНИВЕРСИТЕТ – СОФИЯ
ИНЖЕНЕРНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИ ФАКУЛТЕТ - СЛИВЕН
Катедра „МЕХАНИКА, МАШИНОСТРОЕНИЕ И
ТОПЛОТЕХНИКА”

Маг. инж. Пламен Георгиев Мъцински

АВТОМАТИЗАЦИЯ НА ИНЖЕНЕРНИЯ ЕКСПЕРТЕН
АНАЛИЗ НА ПТП

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

на дисертация за придобиване на образователна и научна степен
"ДОКТОР"

Професионално направление: 5.1 „Машинно инженерство“

Научна специалност: „Автоматизация на инженерния труд и системи за
автоматизирано проектиране“

Научни ръководители: 1. Проф. д.т.н. инж. Станимир Карапетков
2. Доц. д-р инж. Христо Узунов

СЛИВЕН, 2018 г.

Дисертационният труд е обсъден и насочен за защита от Катедрения съвет на катедра „Механика, машиностроене и топлотехника“ към Инженерно-педагогически факултет – Сливен при ТУ-София на редовно заседание, проведено на 20.12.2018 г.

Публичната защита на дисертационния труд ще се състои на 20.03.2019 г. от 14:00 часа в зала 1207 на Инженерно-педагогически факултет – Сливен на открито заседание на научното жури, определено със заповед

ОЖ-5.1-01/14.1.2019 г. на Ректора на ТУ-София в състав:

1. Проф. д.т.н. инж. Станислав Михайлов Карапетков – председател
2. Проф. д-р инж. Любомир Ванков Димитров
3. Проф. д.н. инж. Любка Атанасова Дуковска – научен секретар
4. Проф. д-р инж. Димитър Неделчев Карастоянов
5. Доц. д-р инж. Владимир Василев Монов

Рецензенти:

1. Проф. д-р инж. Любомир Ванков Димитров
2. Проф. д-р инж. Димитър Неделчев Карастоянов

Материалите по защитата са на разположение на интересуващите се в канцеларията на ИПФ-Сливен при ТУ-София, блок №2, кабинет № 200

Дисертантът е задочен докторант към катедра „Механика, машиностроене и топлотехника“ на ИПФ-Сливен. Изследванията по дисертационната разработка са направени от автора, като някои от тях са подкрепени от научноизследователски проекти.

Автор: маг. инж. Пламен Мъцински

Заглавие: Автоматизация на инженерния експертен анализ на ПТП

Тираж: 30 броя

Отпечатано в ИПК на Технически университет – София

I. ОБЩА ХАРАКТЕРИСТИКА НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

Актуалност на проблема

Инженерният експертен анализ на ПТП е в основата на заключението от изготвяне на съдебна автотехническа експертиза. Произтичащите от анализа юридически решения поставят изисквания за точност и достоверност на получените резултати. По същество целта на автотехническата експертиза е изясняване на всички обстоятелства на възникване, механизъм на протичане и последици от ПТП. В световната експертна практика са утвърдени множество програмни продукти, прилагащи известните в науката методи за изследване. Получаването на адекватни от анализа резултати изисква паралелно прилагане на повече от един метод за изследване на даден случай на ПТП.

Съществуващите програмни решения реализират частично отделни етапи от изчислителния процес. Това налага многократното въвеждане на едни и същи входни данни, не автоматизирано пренасяне и анализ на междинни резултати в хода на изследването.

От изложените обстоятелства следва необходимостта от създаване на единна информационна среда, интегрираща входните данни и изчислителните етапи в инженерния експертен анализ на ПТП.

Цел на дисертационния труд, основни задачи и методи за изследване

Целта на дисертационния труд е автоматизиране на инженерните задачи, участващи в експертния анализ на ПТП, за постигане на достоверност на крайните резултати.

Основни задачи:

1. Разработване на алгоритмично осигуряване на автоматизирана информационна система за изследване на ПТП с единна база от данни и възможности за паралелно прилагане на повече от един метод за изследване на дадено събитие на ПТП.

2. Програмна реализация на автоматизираната информационна система за изследване на ПТП, съчетаваща на модулен принцип прилагане на основните методи за изследване на преобладаващите видове ПТП.

3. Проектиране на релационна база от данни, съхраняваща необходимите и достатъчни информационни ресурси за осъществяването на изчислителните и симулационните процеси при изследването на ПТП, както и структурата на самото изследване.

4. Разработване на програмни модули за въвеждане на входни данни и визуализация на получените резултати при изследване на удар между автомобили и удар между автомобил и пешеходец в събитие на ПТП.

Използвани методи за провеждане на изследването:

За решаване на поставените задачи в дисертационния труд са проведени теоретични изследвания. Разработени са информационни модели на основните видове ПТП. Анализирани са инженерните дейности на експерта, при изследване на ПТП с удар между автомобили и удар между МПС и пешеходец. Анализирани са условията за приложимост на методите за изследване, както и съпоставимостта на изходните резултати при прилагане на различните методи.

Научна новост

Предлага се нов подход за автоматизиране на инженерните дейности в процеса на изследване на ПТП.

Разработва се

Практическа приложимост

Проектирана и програмно реализирана е автоматизирана информационна система с приложимост при изследване на ПТП при удар между автомобили и удар между автомобил и пешеходец.

Апробация

Проведени са тестове с разработената автоматизирана информационна система, като е изследвано реално ПТП с челен удар между два автомобила. Изследването е проведено с паралелно прилагане на три метода: „Теория на удара – Постановка на Нютон“, „Delta V“ и „Expertcar“

Публикации

Публикациите свързани с дисертационния труд са общо 6 бр. в България, от които 2бр. самостоятелни.

Структура и обем на дисертационния труд

Дисертационният труд е в обем от 188 страници, като включва увод, 6 глави за решаване на формулираните основни задачи, списък на основните приноси, списък на публикациите по дисертацията и използвана литература. Цитирани са общо 111 литературни източници, като 44 са на латиница и 67 на кирилица, а останалите са интернет адреси. Работата включва общо 71 фигури и 21 таблици. Номерата на фигурите и таблиците в автореферата съответстват на тези в дисертационния труд.

II. СЪДЪРЖАНИЕ НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

ГЛАВА 1. ОБЗОР ПО ПРОБЛЕМА

За осъществяването на предварително планираните задачи, необходими за разработване на дисертационния труд е изготвен литературен обзор. Той се състои от няколко основни направления: автоматизация – общи понятия, автоматизация на инженерния труд, кинематични особености и автоматизация на инженерния труд в експертния анализ на ПТП. Разработени са информационни модели на често срещани в експертната практика ПТП, представени съответно на фиг. 1.8, фиг. 1.9., фиг. 1.10. и фиг. 1.11

ИЗВОДИ ОТ ЛИТЕРАТУРНИЯ ОБЗОР:

1. Входните данни при разгледаните специализирани софтуерни продукти се въвеждат многократно и отделно за всяка изчислителна процедура.

2. Получените изходни резултати за всяка изчислителна процедура са окончателни. Използването им като входни данни за получаване на параметри в следваща фаза от ПТП изисква ръчното им въвеждане в съответната форма на потребителския интерфейс.

3. Не е възможно прилагането на критерии за контрол на достоверността на получените резултати.

4. Итеративното прилагане на изчислителните процедури, с цел получаване на достоверни изходни резултати, изисква многократното им ръчно изпълнение. Това е сериозна предпоставка за допускане на субективни грешки, в следствие на които получаване на грешни заключения за техническата възможност за предотвратяване на ПТП.

Това от своя страна води до определяне на погрешна посока на съдебно-следствените действия, свързани с разследването на причините за възникване на ПТП.

ГЛАВА 2. СИСТЕМЕН ПОДХОД ЗА АВТОМАТИЗИРАНЕ НА ИНЖЕНЕРНИЯ ТРУД ПРИ ИДЕНТИФИКАЦИЯТА НА ПТП НА УДАР МЕЖДУ АВТОМОБИЛИ

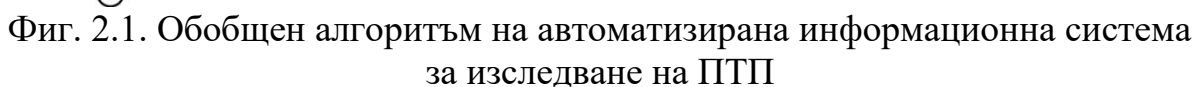
2.1. Предпоставки за автоматизиране на инженерните дейности на експерта при идентификация на ПТП

Потвърждаването на достоверността на резултатите от експертния инженерен анализ на ПТП изисква изследване на удара между автомобили с поне два метода. Автоматизирането на инженерните дейности, свързани с идентификация на ПТП при удар между автомобили, обуславя една от основните цели, а именно: Предотвратяване на многократното въвеждане на едно и също подмножество от входни данни при избрани различни методи, които ги използват в рамките на конкретен случай.

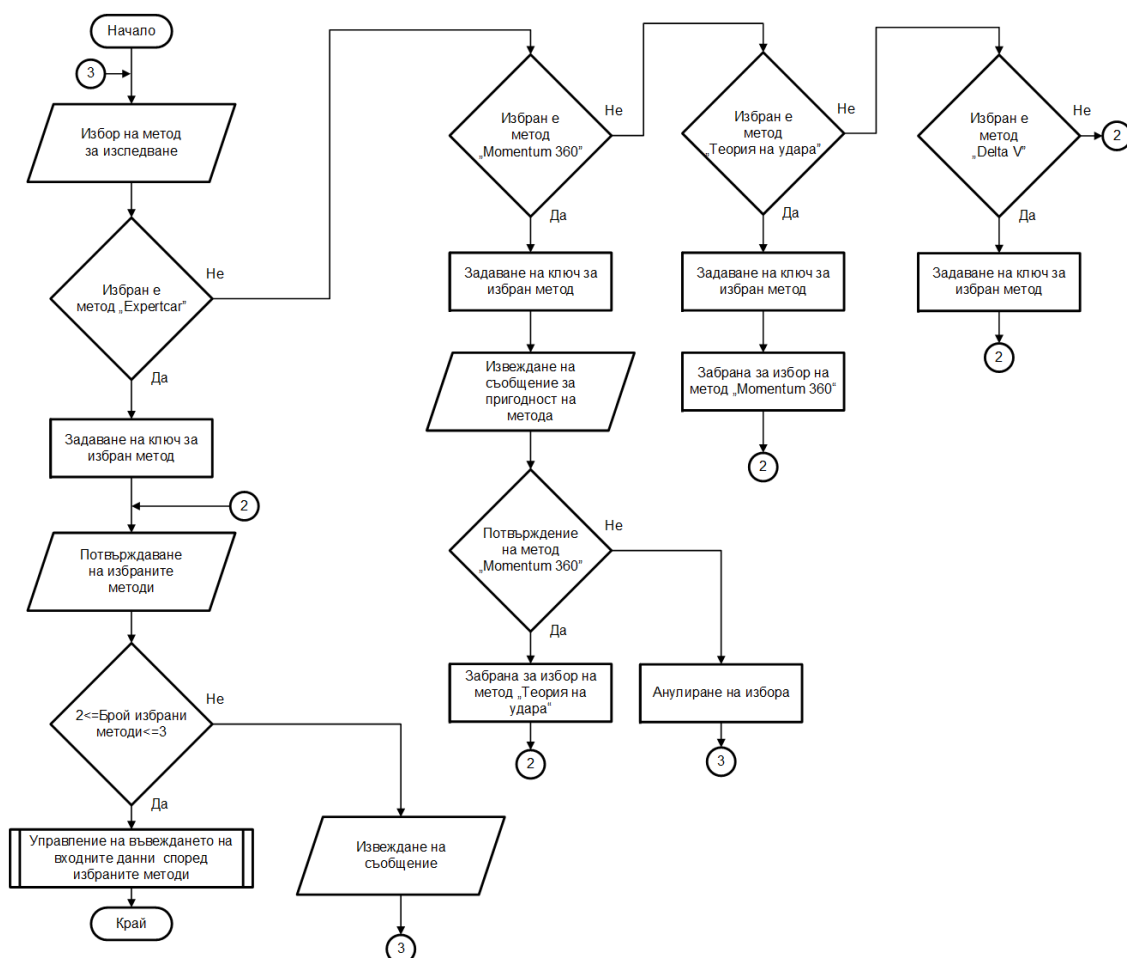
2.2. Разработване на автоматизирана информационна система за изследване на ПТП

Разгледаните в литературния обзор информационни модели и анализът на известните в литературата подходи за проектиране на информационни

На фиг. 2.1. е представено алгоритмично решение, отразяващо основните функционални особености на разработваната автоматизирана информационна система за изследване на ПТП. Управлението на информационните процеси е в съответствие с възприетите принципи.



6

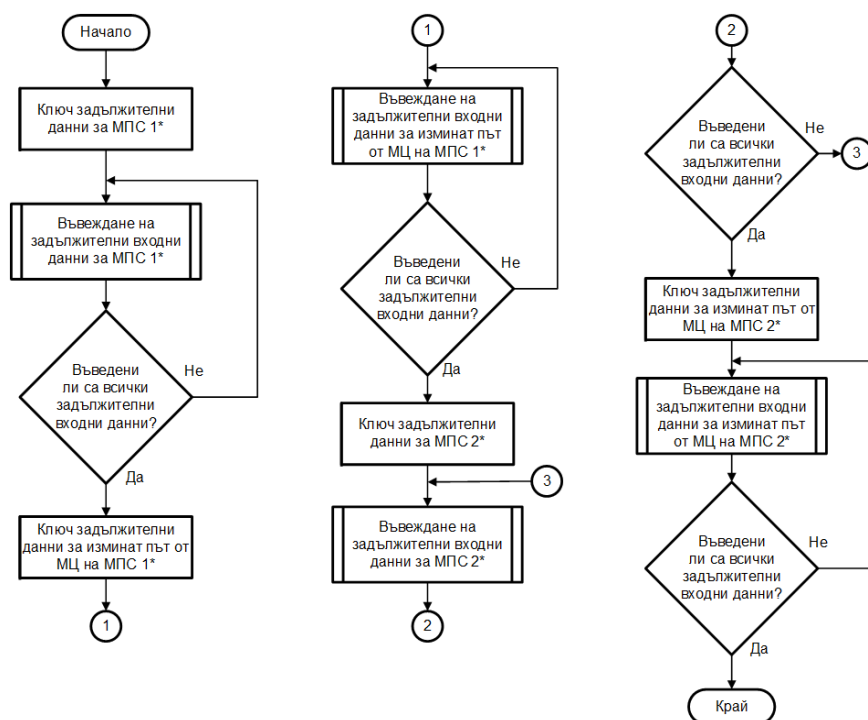


Фиг. 2.3. Блок-схема на алгоритъм за контрол на избора на методи за изследване на ПТП

Алгоритмичното решение дефинира следните допустими варианти за комбиниране на методи за изследване на ПТП при удар на МПС:

“Expertcar” + „Momentum 360“ + „Delta V“; “Expertcar” + „Теория на удара“ + “Delta V”; “Expertcar” + „Momentum 360“; “Expertcar” + “Delta V”; „Momentum 360“ + „Delta V“; „Теория на удара“ + “Delta V”

Управлението на информационният процес на въвеждане на входни данни при изследване на ПТП с удар между автомобили се представя с алгоритъм (фиг. 2.4.). Реализирано е управление на въвеждането на входни данни за автомобилите и изминатият път от масовите им центрове. Реализиран е контрол за въвеждане на задължителните данни, в съответствие с избраните методи за изследване.

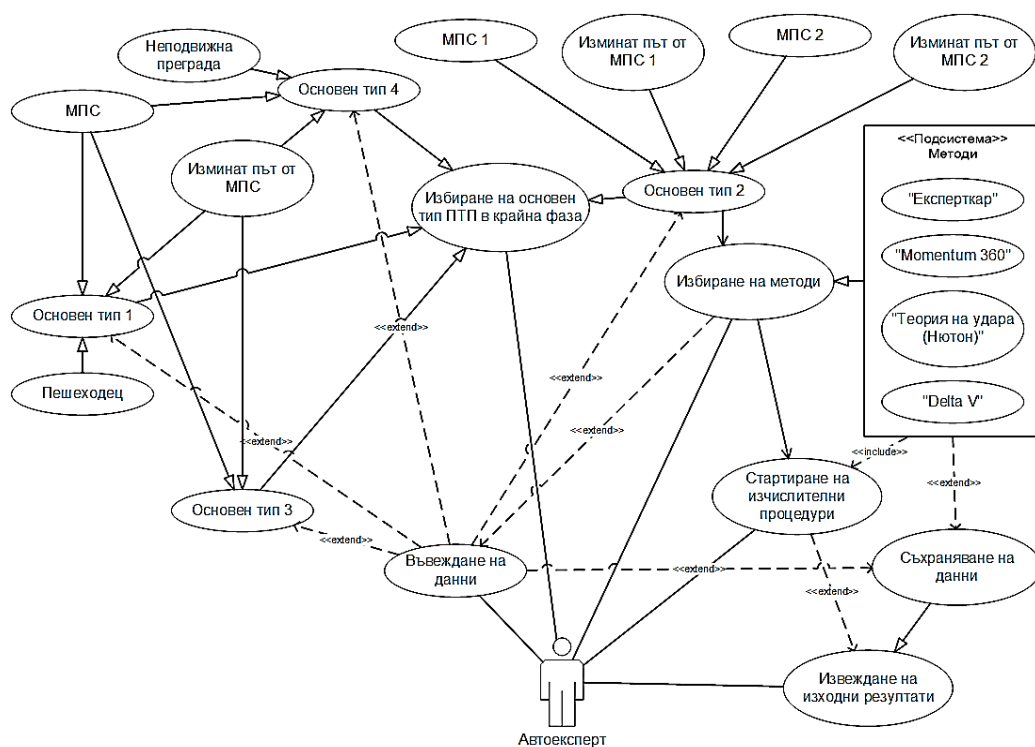


фиг. 2.4. Блок-схема на обобщен алгоритъм за управление на процеса на въвеждане на входните данни

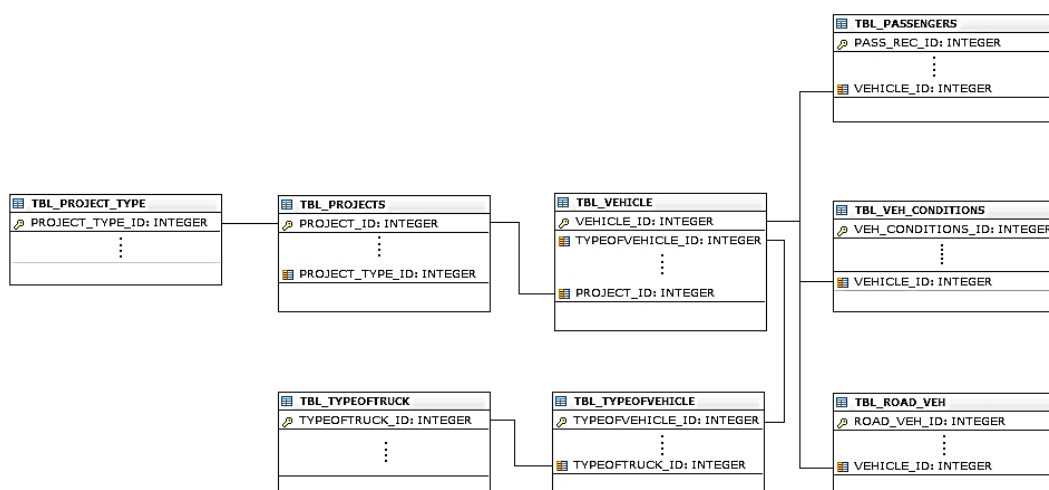
2.3. Проектиране на база от данни на автоматизирана информационна система за изследване на ПТП

Въведеното понятие информационни обекти (ИО) определя множествата от логически и/или физически свързани данни. Те описват характеристики на реалните участници в събитие на ПТП, факторите на окръжаващата ги среда и информационните процеси (ИП), които помежду им. Разработените ИО, представят данните в два аспекта: основни ИО: Автомобили участващи в ПТП; Изминат път от МЦ на автомобилите; Пътници в автомобилите; Данни за състоянието на автомобила след ПТП и постоянни ИО: справочни или експериментално установени данни, които експертът ползва на готово в изчислителните процедури.

От известните в литературата модели за проектиране на бази от данни (БД) в настоящата разработка е възприет релационният модел. Това предполага всеки от информационните обекти да бъде представен в БД с една или повече таблици. Основен етап при проектирането на БД е дефинирането на връзките между ИО. За тази цел е разработена Use Case диаграма на действията на автоексперта при изследване на основен тип ПТП (фиг. 2.6.). Изложената концепция предвижда определяне на връзките между ИО като цяло и в детайли тези, свързани с изследването на ПТП с удар между автомобили. На базата на разработената Use Case диаграма, както и на последващите анализи са създадени таблици от БД, подробно описани в записката на дисертационния труд (стр. 56 – стр. 60). Релационната схема на основната част от БД е представена на фиг. 2.7.



Фиг. 2.6. Use Case диаграма на действията на експерта при изследване на основни видове ПТП



Фиг. 2.7. Релационна схема на основната част от БД

На схемата (фиг. 2.7.) са отразени дефинираните първични ключове, както и връзките между таблиците в БД.

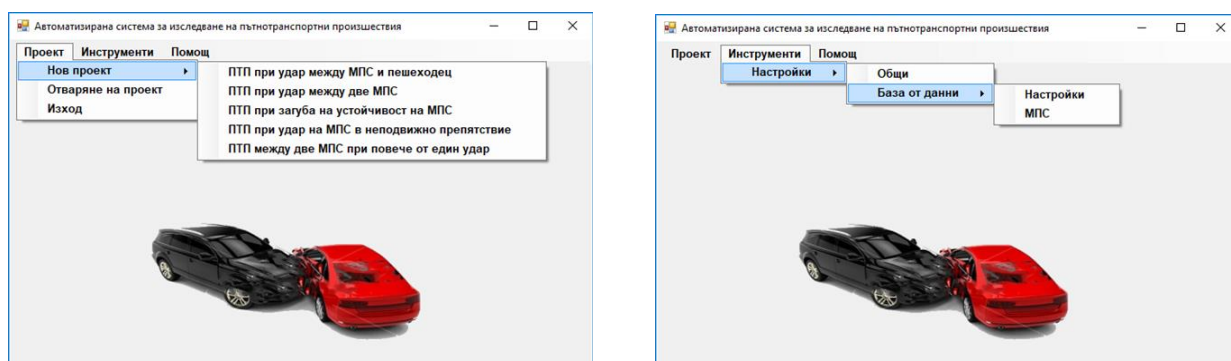
2.4. Софтуерна среда за програмна реализация на автоматизирана информационна система за изследване на ПТП

За оптимално решение на информационните задачи е възприет известния обектно-ориентиран подход. Дефинирани са изисквания за обезпечаване на системната политика – информационна свързаност, контрол над операциите с данните и др.

Основен фактор за определяне на критериите за избор на софтуерни платформи за реализация е дефиниране на връзките на информационната

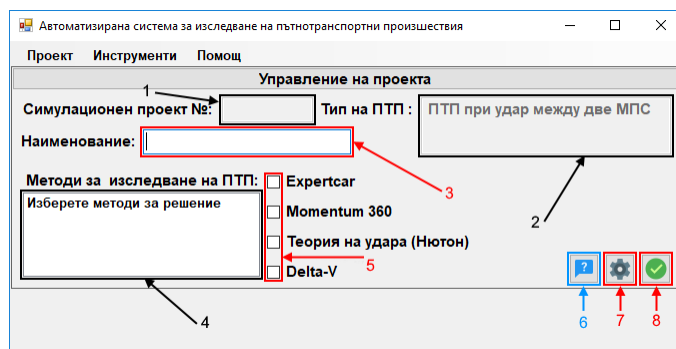
система с други софтуерни продукти. Сложността на изчислителните операции определя, някои от тях да се осъществяват във външни за системата софтуерни продукти. Към тези случаи спада приложението на метода „Expertcar“. При този метод изходните резултати се получават в резултат от изпълнението на сложен цикъл от изчислителни итерации реализацията на които е в средата на Matlab Simulink.

Въз основа на обобщения алгоритъм (фиг. 2.4) е разработена стартовата форма от графичния потребителски интерфейс (фиг. 2.8). Възможностите са тематично групирани в меню – система от менюта и подменюта. Стартовата форма има основна управляваща роля в системата организирана в йерархична структура. Структурата на програмната реализация е съответства на дефинираната в разработените алгоритми системна политика. Решението за графичния дизайн на потребителския интерфейс е продиктувано от постигане максимална степен на интерактивност в диалога „Човек-Компютър“. Разработен е модул „Помощ“ на всички нива от системата, като информацията, която той предоставя, е филтрирана съобразно нивото, от което се извиква. Постигането на по-висока степен на комфорт при работата със системата е осигурено, посредством унификацията в дизайна на инструментите с идентични функции.



Фиг. 2.8. Стартова потребителска форма

На фиг. 2.9 е представен управляващият панел pnlPrj, осигуряващ достъп за въвеждане на основни входни данни за нов проект.

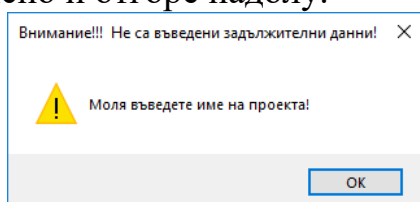


Фиг. 2.9. Управляващ панел “pnlPrj”

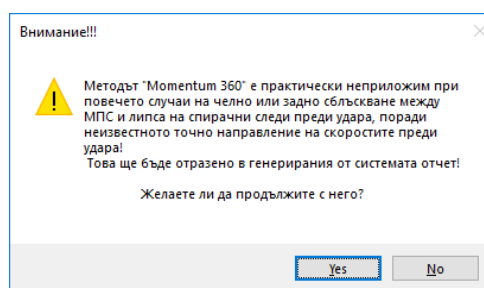
Стойността в текстово поле 1 се генерира автоматично в БД и се визуализира в панела след потвърждаване с бутон 8. Стойността в текстово поле 2 се генерира автоматично при избор на тип проект в предходен етап. Изборът на тип проект определя методите, с които може да бъде изследван, посредством групата -5.

Всяка заявка за потвърждение в управляващите панели се изпълнява, единствено след успешно въведени всички задължителни данни, като при липсващи такива се генерира съобщение от вида (фиг. 2.10.). Изведеното съобщение локализира и отразява конкретната липсваща стойност последователно. Управлението на информационния процес се връща към адресанта на подадената заявка, т.е. съответния управляващ панел. На фиг. 2.11. е представено генерирано от системата съобщение, при контрола на избор на метод за изследване.

Последователността на извикване на управляващите панели е строго определена в дефинираната системна политика. Визуално те се подреждат от ляво на дясно и отгоре надолу.

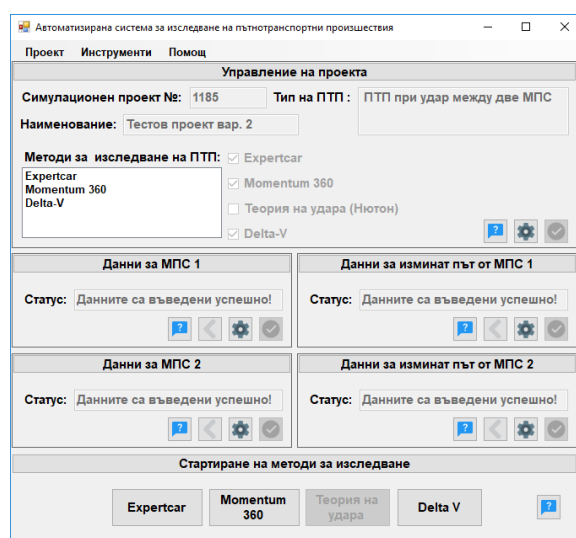


Фиг. 2.10. Съобщение за липсващи задължителни данни



Фиг. 2.11. Съобщение при избор на метод „Momentum 360“

На фиг. 2.13. е представена основната управляваща потребителска форма на системата след коректно въведени задължителни входни данни



Фиг. 2.13. Управляващата форма след, завършено въвеждане на входните данни

ГЛАВА 3. АВТОМАТИЗИРАНЕ НА ИЗСЛЕДВАНЕТО НА УДАР МЕЖДУ ДВА АВТОМОБИЛА ПО МЕТОДИ „MOMENTUM 360”, „ТЕОРИЯ НА УДАРА – ПОСТАНОВКА НА НЮТОН”, „ДЕЛТА V”

3.1. Метод за изследване на удар между автомобили /метод “MOMENTUM 360”/

Широко разпространеният метод за изследване на удар между МПС - „Momentum 360” се базира на закона за съхранение на количеството на движение. Той има вида:

$$m_1 \cdot \vec{V}_1 + m_2 \cdot \vec{V}_2 = m_1 \cdot \vec{u}_1 + m_2 \cdot \vec{u}_2$$

Където m_1 и m_2 - маси МПС; V_1 и V_2 - скорости на МЦ на МПС, непосредствено преди удара; и $\vec{u}_1 \vec{u}_2$ - скорости на МЦ на МПС след удара. Задачата на удара включва предварителен анализ на скоростта на МЦ на МПС след удара. Векторното равенство се проектира върху координатните оси, от където се получава алгебрична система от две уравнения относно скоростите на МПС преди удара във вида (3.3)

$$(3.3) \quad \begin{aligned} V_1 &= \frac{\sin(\beta_1 - \alpha_2) \cdot m_1 \cdot u_1 + \sin(\beta_2 - \alpha_2) \cdot m_2 \cdot u_2}{\sin(\alpha_1 - \alpha_2) \cdot m_1}; \\ V_2 &= \frac{\sin(\beta_1 - \alpha_1) \cdot m_1 \cdot u_1 + \sin(\beta_2 - \alpha_1) \cdot m_2 \cdot u_2}{\sin(\alpha_2 - \alpha_1) \cdot m_2}. \end{aligned}$$

където $\sigma_j, j = 1, 2, \dots, n$ са изминатите пътища от МЦ на МПС за всеки участък с различно спирачно закъснение j_i .

Спирачното закъснение за всеки отделен участък се определя по формула

$$(3.5) \quad j_i = [\mu_i \cdot \cos \alpha_{Hi} \pm \sin \alpha_{Hi}] \cdot g,$$

където $\mu_i, i = 1, 2, \dots, n$ са средните приведени коефициенти на съпротивление за съответните участъци; α_{Hi} - ъгълът на наклона на пътя в дадения участък. Знакът “плюс” се поставя при изкачване на превозното средство, а “минус” – при спускане.

При наличие на един хоризонтален участък с хомогенна пътна настилка скоростта на МЦ на МПС след удара се определя по формулата

$$(3.6) \quad u = \sqrt{2 \cdot \mu_{cp} \cdot g \cdot s},$$

където μ_{cp} е средният приведен коефициент на съпротивление; s – пътят, изминат от МЦ на автомобила след удара; $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ – земното ускорение.

Изследването на удар между автомобили по метода „Momentum 360” изисква изчисляване на скоростите на МЦ на МПС след удара, преди тези непосредствено преди удара съгласно (3.3). При определянето на скоростите на МЦ е необходимо отчитане на характеристиките на изминатия път според наклона спрямо хоризонта (равен, изкачване или спускане) – изрази (3.4, 3.5 и 3.6). Типът и състоянието на пътната настилка определят различен приведен коефициент на сцепление на колелата спрямо пътната настилка израз (3.5).

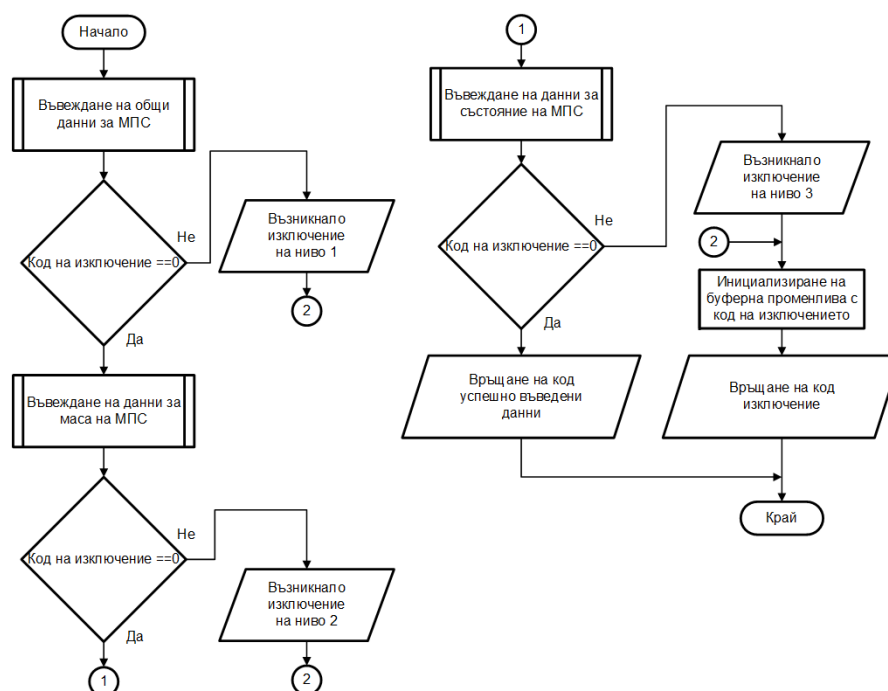
Анализът на инженерните дейности е отразява следните основни дейности: Въвеждане на необходими и достатъчни входни данни за прилагане на метода; Изчисляване на скоростите на МЦ на МПС след удара; Изчисляване на скоростите на МЦ на автомобилите преди удара; Разделяне на изминатия път от МЦ на МПС на участъци в зависимост от наклона спрямо хоризонта и подучастъци, според вида и състоянието на пътната настилка. Обобщеният алгоритъм (фиг. 3.3) определя принципите на управление при въвеждането на данните за МПС, участващи в ПТП. Това са процедури: „Въвеждане на общи данни за МПС“; „Въвеждане на данни за маса на МПС“ и „Въвеждане на данни за състояние на МПС“. Механизмът на обработване на изключения генерира на уникален код от всяка процедура, определящ на нивото на възникване на изключението, респ. неговото адекватно обработване.

където μ_{cp} е средният приведен коефициент на съпротивление; s – пътът, изминат от МЦ на автомобила след удара; $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ – земното ускорение.

Изследването на удар между автомобили по метода „Momentum 360“ изисква изчисляване на скоростите на МЦ на МПС след удара, преди тези непосредствено преди удара съгласно (3.3). При определянето на скоростите на МЦ е необходимо отчитане на характеристиките на изминатия път според наклона спрямо хоризонта (равен, изкачване или спускане) – изрази (3.4, 3.5 и 3.6). Типът и състоянието на пътната настилка определят различен приведен коефициент на сцепление на колелата спрямо пътната настилка израз (3.5).

Анализът на инженерните дейности е отразява следните основни дейности: Въвеждане на необходими и достатъчни входни данни за прилагане на метода; Изчисляване на скоростите на МЦ на МПС след удара; Изчисляване на скоростите на МЦ на автомобилите преди удара; Разделяне на изминатия път от МЦ на МПС на участъци в зависимост от наклона спрямо хоризонта и подучастъци, според вида и състоянието на пътната настилка. Обобщеният алгоритъм (фиг. 3.3) определя принципите на управление при въвеждането на данните за МПС, участващи в ПТП. Това са процедури: „Въвеждане на общи данни за МПС“; „Въвеждане на данни за маса на МПС“ и „Въвеждане на данни за състояние на МПС“. Механизмът на обработване на изключения генерира на уникален код от всяка процедура, определящ на нивото на възникване на изключението, респ. неговото адекватно обработване.

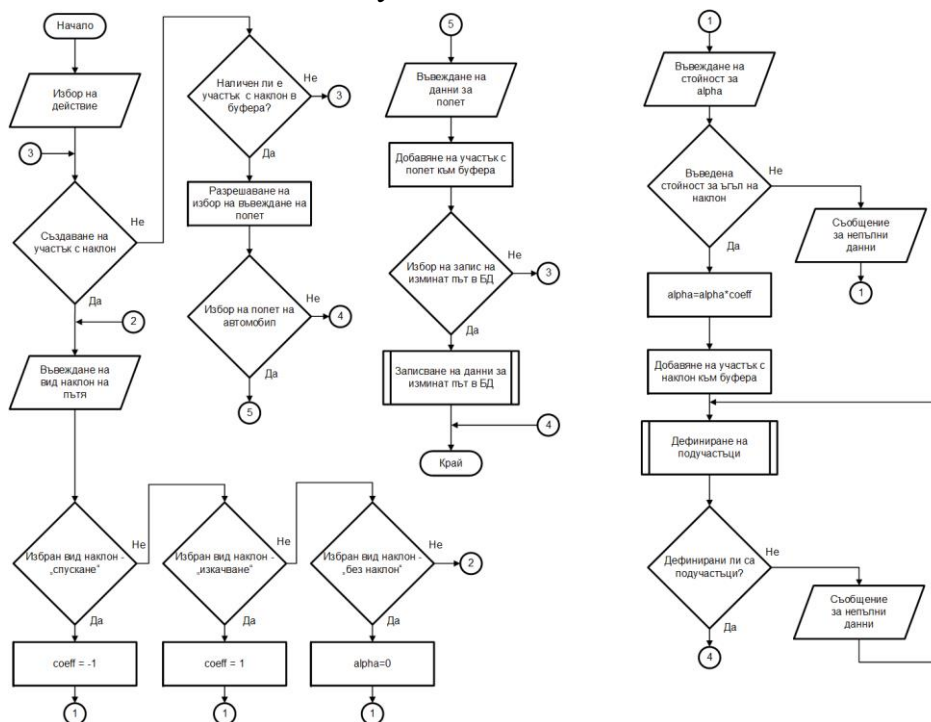
Разработени са алгоритми, съответно за: управление на въвеждането на общи данни за МПС, участващи в събитие на ПТП, въвеждане на входни данни за маса на МПС и въвеждане на ъглите между проекцията на скоростта на МЦ на МПС и ос X (стр. 82 – стр.84 от записката на дисертационния труд). Характерна особеност на алгоритмичните решения е възприетият принцип за контрол за наличието на всички задължителни входни данни.



Фиг. 3.3. Обобщен алгоритъм за управление на въвеждането на данните за МПС участващи в ПТП

На фиг. 3.7. е представен обобщен алгоритъм за автоматизиране на въвеждането на входни данни за изминат път от МЦ на МПС

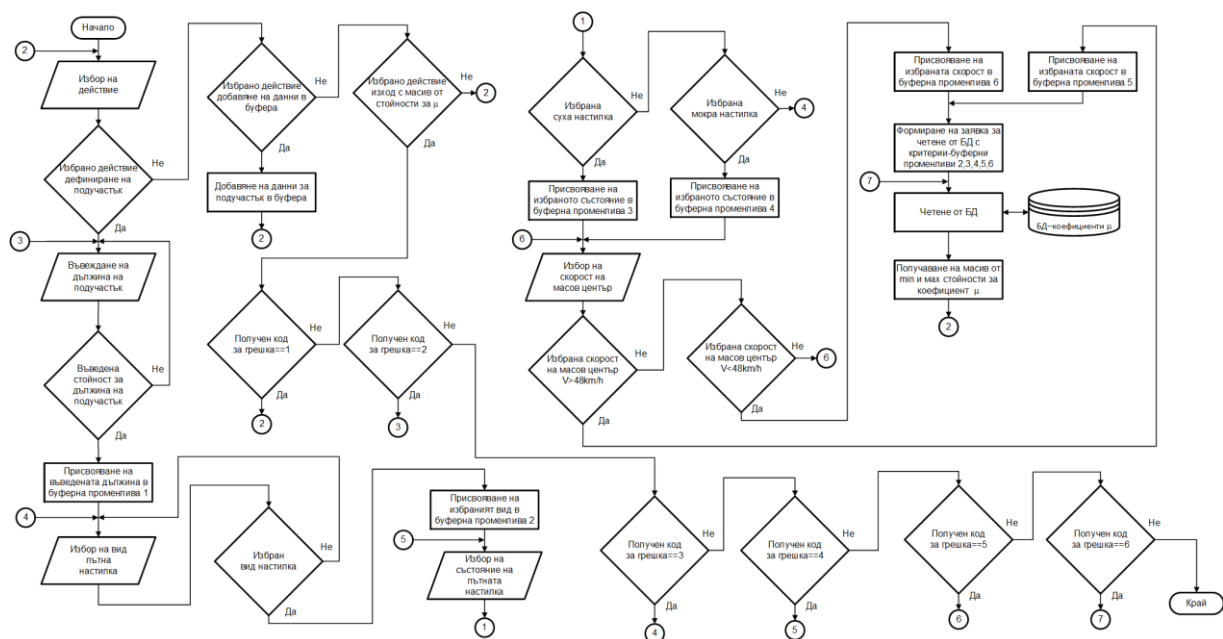
Алгоритмичното решение предвижда моделирането на изминатия от МЦ на автомобилите път поетапно с добавяне на всеки участък според наклона на пътя спрямо хоризонта. Полет на автомобил в събитие на ПТП се дефинира след добавен изминат участък от пътя.



Фиг. 3.7. Обобщен алгоритъм за въвеждане на входни данни за изминат път от МЦ на автомобилите

Съхраняването на данни за изминат път от МЦ на МПС в БД е допустимо, след като той е напълно определен.

Разработен е алгоритъм за дефиниране на подучастъци от изминатия път на МЦ на автомобилите според типа и състоянието на пътната настилка (фиг. 3.8). Данните за подучастък последователно се натрупват в буфер според вида на настилката, респ. приведен коефициент на сцепление μ . Структурата на буфера може да се разглежда като многослойна, като всеки слой представляват всички задължителни данни, описващи дадения подучастък: дължина, вид настилка, състояние на настилката, прогнозна стойност на скорост на МЦ на автомобила, коефициент μ . - Добавянето на всяка от изброените стойности се контролира посредством проверка за липсваща стойност.



Фиг. 3.8. Алгоритъм за дефиниране на подучастъци от изминатия път на МЦ на автомобилите според типа и състоянието на пътната настилка

Според определеното разделяне на въвеждането на входните данни за МПС, участващи в ПТП е разработен графичен потребителски интерфейс за въвеждане на входните данни. Потребителската форма за въвеждане на общи данни за МПС е представена на фиг. 3.9. Съгласно възприетият подход на описание в записката на дисертационния труд с червен цвят са означени елементите от формата, които са по подразбиране достъпни при първоначалното ѝ зареждане. Съответно при въвеждане на стойности в тях, последователно се управлява достъпа до останалите елементи за постигане на коректност и цялостност на въвежданите данни. Особености на програмната реализация са: последователен достъп до формите за въвеждане на входни данни, съгласно алгоритъм (фиг. 3.3); преходът към следваща страница е свързан с изпълнение на програмни процедури, разработени съгласно алгоритми.

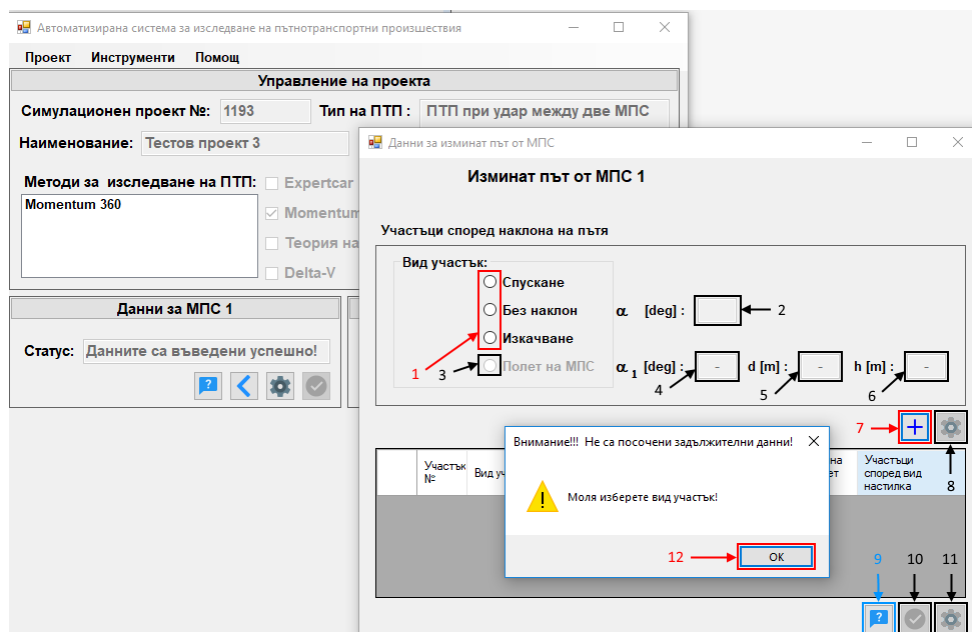
Фиг. 3.9. Потребителска форма за въвеждане на общи данни за МПС

Всяка от програмните процедури визуализира следваща страница посредством бутон - 9; Графичният елемент - 1 се управлява програмно и отразява текущата активна страница; графични елементи 2, 3, 4 и 5 представляват списъчни полета за избор на стойности. Достъпът до тях се управлява на последователен принцип, на разрешаване на следващото. Поле 2 получава данни от съответна таблица в БД. Преходът към следваща страница е свързан с изпълнение на алгоритъма (фиг. 3.4), респ. и алгоритми за въвеждане маса на МПС и останалите задължителни входни данни

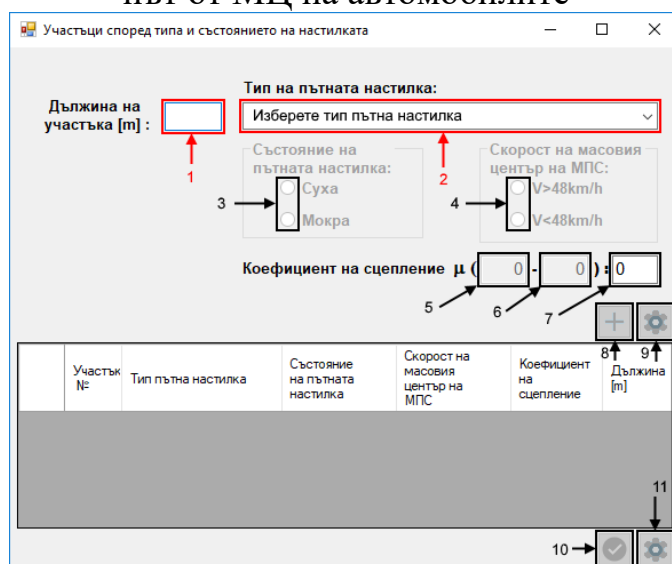
На фиг. 3.11 е представена потребителска форма за въвеждане на входни данни за маса МПС.

Фиг. 3.11. Потребителска форма за въвеждане на данни за маса на МПС

Потребителски форми за дефиниране на участъци и подучастъци на изминатия път от МЦ на МПС са представени съответно на фиг. 3.13. и фиг. 3.15.



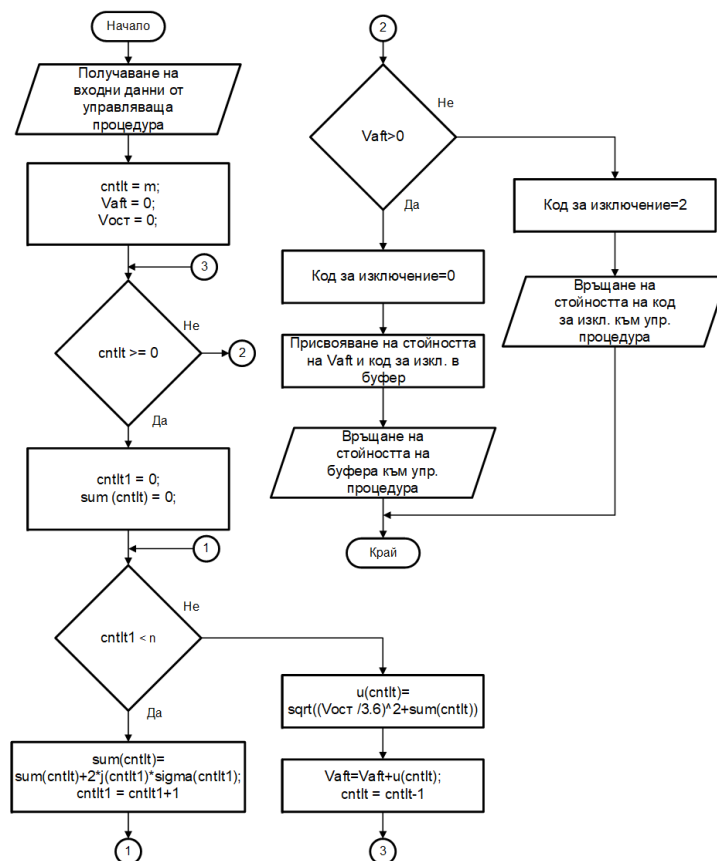
Фиг. 3.13. Потребителска форма за дефиниране на участъци от изминатия път от МЦ на автомобилите



Фиг. 3.15. Потребителска форма за дефиниране на подучастъци според типа и състоянието на пътната настилка

Алгоритмичното решение (фиг. 3.18) представя изчисляването на скоростите на МЦ след удар в два цикъла.

Първият цикъл (външен) управлява итерациите по определяне на скоростите в участъци според наклона на пътя. Съответно вторият (вътрешен), управлява итерациите по определяне на елементите в подкоренната величина на израз (3.4).

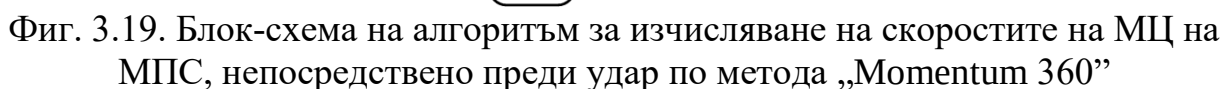


Фиг. 3.18. Блок-схема на алгоритъм за изчисляване на скоростите на МЦ на МПС след удар

Първият цикъл (външен) управлява итерациите по определяне на скоростите в участъци според наклона на пътя. Съответно вторият (вътрешен), управлява итерациите по определяне на елементите в подкоренната величина на израз (3.4). Външният цикъл е с управляваща променлива $cntIt$, която приема начална стойност m – брой участъци според наклона на пътя. Текущата стойност на $cntIt$, се намалява с 1 след всяка итерация. Възприетият принцип на управление за външния цикъл съответства на изложената в дисертационния труд теза: изчислителните операции да протичат в обратен ред на изминатите от МЦ, участъци, като започват от крайната фаза на ПТП.

Броят итерации на тялото на вътрешния цикъл се определя от броя на подучастъците, на които е разделен даденият участък. Стойността на брояча $cntIt1$ нараства с 1 след всяка итерация. След определен брой изпълнения на тялото на вътрешния цикъл се изчислява с натрупване сумата $\sum_{i=0}^n j_i * \sigma_i$, необходима за определяне на скоростта на МЦ на МПС за всеки участък. Получената крайна стойност се проверява за валидност. За невалидна се счита получена отрицателна стойност, което е признак за неправилно определени и въведени ъгли на скоростта на МЦ спрямо ос X преди и/или след удара.

Разработен е алгоритъм на процедура за изчисляване на скоростите на МЦ на МПС преди удара по метод „Momentum 360“ (фиг. 3.19).



Някои от прочетените от БД стойности от скаларни типове данни участват в абстрактни структури, съобразно естествената им свързаност в описанието на ПТП. На фиг. 3.20 е представена потребителска форма за извеждане на основни входни данни и изходни резултати, при прилагане на метод за изследване „Momentum 360“

Изчисления по метода "Momentum 360"

Основни входни данни за МПС 1 и МПС 2

Обща маса на МПС 1 [kg]	2040	☐ Участъци от пътя за МПС1
Ъгъл между X и направлението на скоростта на МПС 1 преди удара [deg]	353	↑ 2
Ъгъл между X и направлението на скоростта на МПС 1 след удара [deg]	320	
Остатъчна скорост на МПС1 след удара [km/h]	23.4	
Обща маса на МПС 2 [kg]	1460	
Ъгъл между X и направлението на скоростта на МПС 2 преди удара [deg]	183	
Ъгъл между X и направлението на скоростта на МПС 2 след удара [deg]	121	☐ Участъци от пътя за МПС2
Остатъчна скорост на МПС2 след удара [km/h]	0	↑ 3

↑ 1

Изходни резултати за МПС 1 и МПС 2

	Скорост на МПС 1 преди удар [km/h]	Скорост на МПС 2 преди удар [km/h]	Скорост на МПС 1 след удар [km/h]	Скорост на МПС 2 след удар [km/h]
*	17.519	4.876	32.940	30.736

← 4

5 6

☐ ☒

Фиг. 3.20. Потребителска форма за извеждане на основни входни данни и изходни резултати при прилагане на метод „Momentum 360“

3.2. Метод “Теория на удара – Постановка на Нютон“

Посочени са случаите на приложимост на метода в изследване на събитие на ПТП. Отражено е сходството в изчислителните процедури за определяне на скоростите на МЦ на МПС след удара с тези при метода „Momentum 360“. От това следва приложимостта на вече разработените алгоритми, респ. програмните решения. Разликата се състои в определянето на скоростите на МЦ на МПС, непосредствено преди удара. Характерна особеност на метода е отчитането на загубата на енергия при удар между две тела. Като основна количествена характеристика се явява въвежданият в теорията на удара коефициент на възстановяване. Коефициентът на възстановяване има вида:

$$(3.8) \quad k = \frac{|\Delta u_{PS}|}{|\Delta V_{PS}|},$$

където Δu_{PS} е проекция на относителната скорост между контактните точки на автомобилите P_1 и P_2 след удара върху директрисата на ударния импулс, а ΔV_{PS} - проекция на относителната скорост между контактните точки на автомобилите преди удара. В основата на определянето на този коефициент е построяване на директрисата на ударния импулс, съгласно деформациите на автомобилите и тяхното последващо движение. Определянето на скоростите на МЦ на МПС се осъществява с решаване на системата уравнения:

$$(3.12) \quad \begin{aligned} a_{11} \cdot V_1 + a_{12} \cdot V_2 &= b_1; \\ a_{21} \cdot V_1 + a_{22} \cdot V_2 &= b_2, \end{aligned}$$

където е положено

$$\begin{aligned} a_{11} &= \cos \alpha_1 \cdot m_1; \\ a_{12} &= \cos \alpha_2 \cdot m_2; \end{aligned}$$

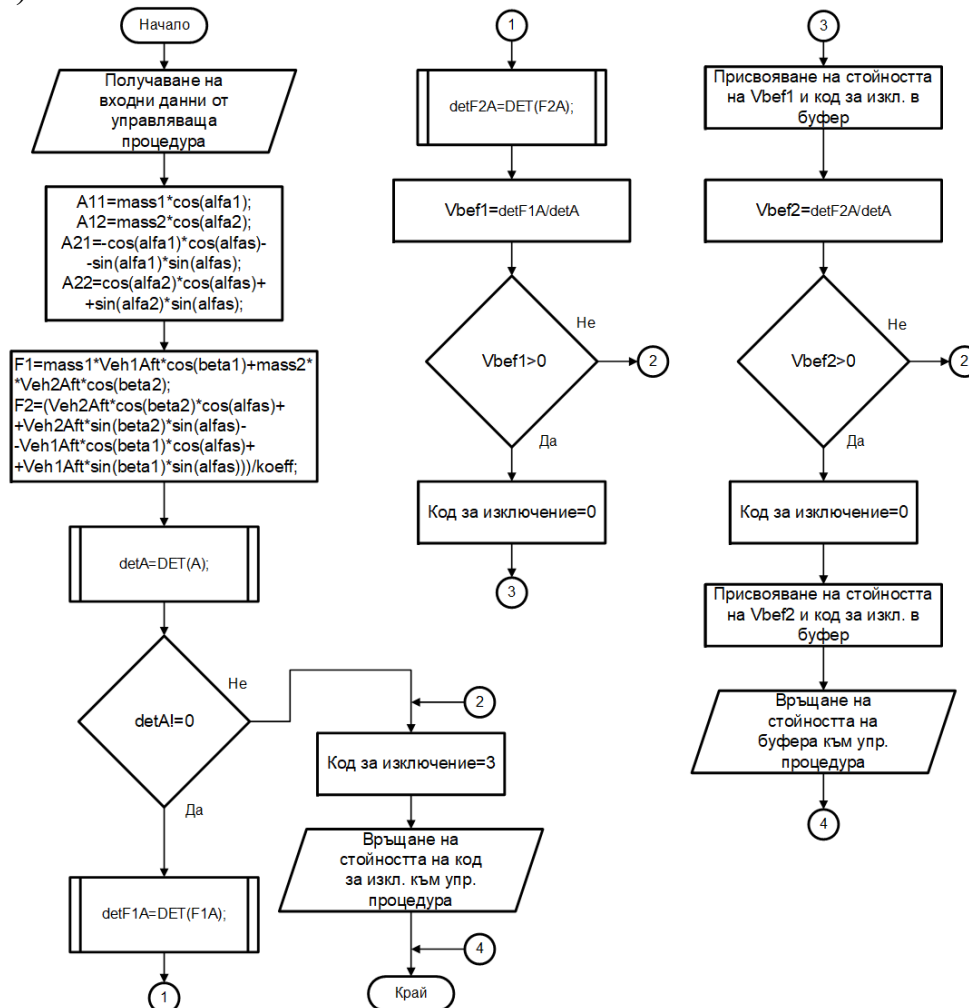
$$a_{21} = -\cos(\alpha_1 - \alpha_s);$$

$$a_{22} = \cos(\alpha_2 - \alpha_s);$$

$$b_1 = \cos\beta_1 \cdot m_1 \cdot u_1 + \cos\beta_2 \cdot m_2 \cdot u_2;$$

$$b_2 = \frac{[\cos(\beta_2 - \alpha_s) \cdot u_2 - \cos(\beta_1 - \alpha_s) \cdot u_1]}{(\pm k)}.$$

Въз основа на изложените особености и анализа на инженерните дейности е разработен алгоритми за въвеждане на входни данни, както за изчисляване на скоростите на МЦ на МПС, непосредствено преди удара (фиг.3.22).



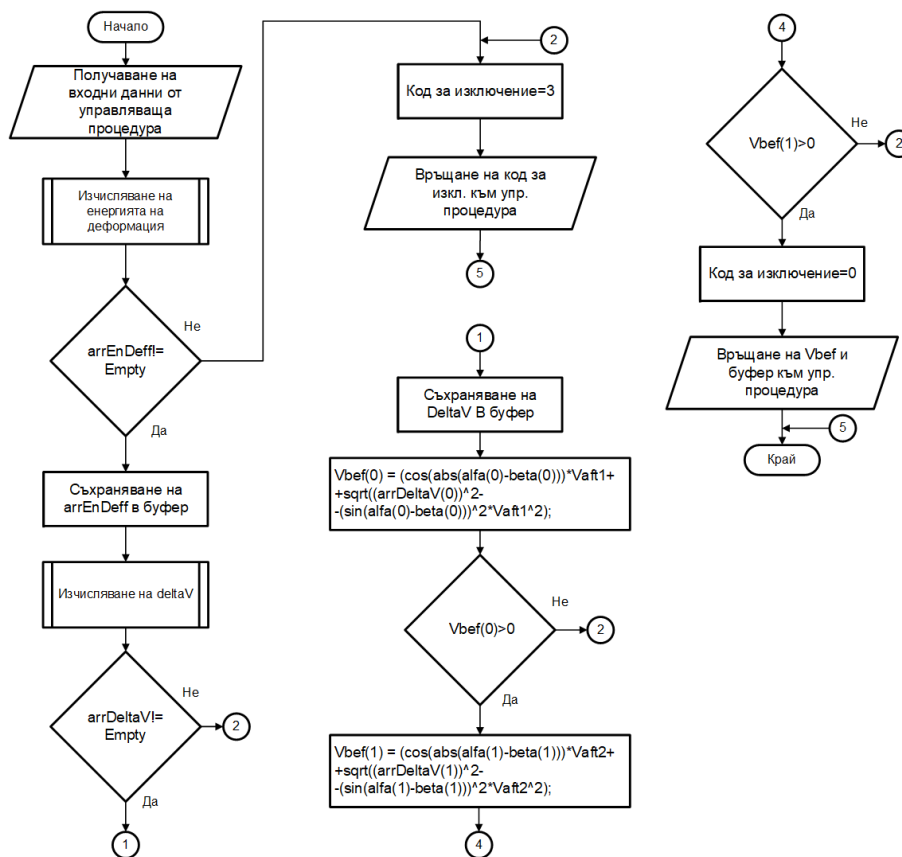
Фиг. 3.22. Алгоритъм за изчисляване на скоростите на МЦ на МПС, непосредствено преди удар по метода „Теория на удара – Постановка на Нютон“

Разработена е и програмната реализация на изчислителната процедура, съобразно възприетия и описан вече подход.

3.3. Енергиен метод /Метод “DELTA-V”/

Въз основа на възприетият подход, отчитащ приложимостта на метода и сходството му с разгледаните до сега методи са разработени алгоритми и програмно осигуряване за въвеждане на входни данни. Методът „Delta V“ се различава спрямо останалите при определяне на скоростите на МЦ на МПС,

непосредствено преди удара. Разгледани са в дисертационния труд особеностите на метода и аналитичните изрази свързани с изчисляване на пълната загуба на енергия, респ. изменението на скоростите на МЦ за двата автомобила. Въз основа това е разработено алгоритмично и програмно осигуряване на изчислителните процедури за метода „Delta V“. На фиг. 3.28 е представен алгоритъм за изчисляване на скоростите на МЦ на МПС, непосредствено преди удара.



Фиг. 3.28. Алгоритъм за изчисляване на скоростите на МЦ на МПС, непосредствено преди удара по метода „Delta -V“

ГЛАВА 4. АВТОМАТИЗИРАНЕ НА ИЗСЛЕДВАНЕТО НА УДАР МЕЖДУ ДВА АВТОМОБИЛА ПО МЕТОД „EXPERTCAR“

4.1. Метод, базиращ се на теоремите на механиката и компютърна симулация /Метод “EXPERTCAR”/

Основната идея на метода е прилагането на теоремата за изменение на кинетичния момент за всеки от автомобилите вместо теоремата за изменение на кинетичната енергия, която се използва в енергийния метод. По този начин се избягва определянето на загубата на енергия, трансформирана в енергия на деформация, респ. използването на коефициентите на коравина при удар А и В.

Системата уравнения, характеризираща процеса на удара, има вида:

$$(4.1) \quad \begin{aligned} m_1 \cdot \vec{u}_1 - m_1 \cdot \vec{V}_1 &= \vec{S}; \\ m_2 \cdot \vec{u}_2 - m_2 \cdot \vec{V}_2 &= -\vec{S}; \end{aligned}$$

$$(4.2) \quad \begin{aligned} I_1 \cdot \omega_1 &= \rho_{1x} \cdot S_y - \rho_{1y} \cdot S_x; \\ I_2 \cdot \omega_2 &= -\rho_{2x} \cdot S_y + \rho_{2y} \cdot S_x, \end{aligned}$$

където m_j , $/j = 1,2/$ са маси на двата автомобила, $\vec{V}_j$ - скорости на масовите центрове на автомобилите преди удара; $\vec{u}_j$ - скорости на масовите центрове след удара; $\vec{S}$ - ударен импулс на първия автомобил; I_j - масови инерционни моменти на автомобилите спрямо централните им оси, перпендикулярни на равнината им на движение; ω_j - ъглови скорости на автомобилите след удара; $\vec{\rho}_j$ - радиус-вектори на приложната точка на ударния импулс спрямо масовите центрове на автомобилите.

Приложната точка на ударния импулс може да се избере за кой да е от двата автомобила, като произволна точка от директрисата му. За този автомобил проекциите на радиус-вектора на приложната точка на ударния импулс спрямо неподвижната координатна система са:

$$(4.3) \quad \begin{aligned} \rho_x &= \cos\varphi_0 \cdot x'_A - \sin\varphi_0 \cdot y'_A; \\ \rho_y &= \sin\varphi_0 \cdot x'_A + \cos\varphi_0 \cdot y'_A. \end{aligned}$$

Тук φ_0 е ъгълът на завъртане на същия автомобил в момента на удара; x'_A, y'_A - координати на приложната точка на ударния импулс спрямо неизменно свързана с автомобила подвижна координатна система, които се задават на базата на деформациите на автомобила.

След решаване на системата уравнения (4.2) и (4.3) се определят проекциите на ударния импулс и на скоростите на масовите центрове на автомобилите преди удара, които имат вида:

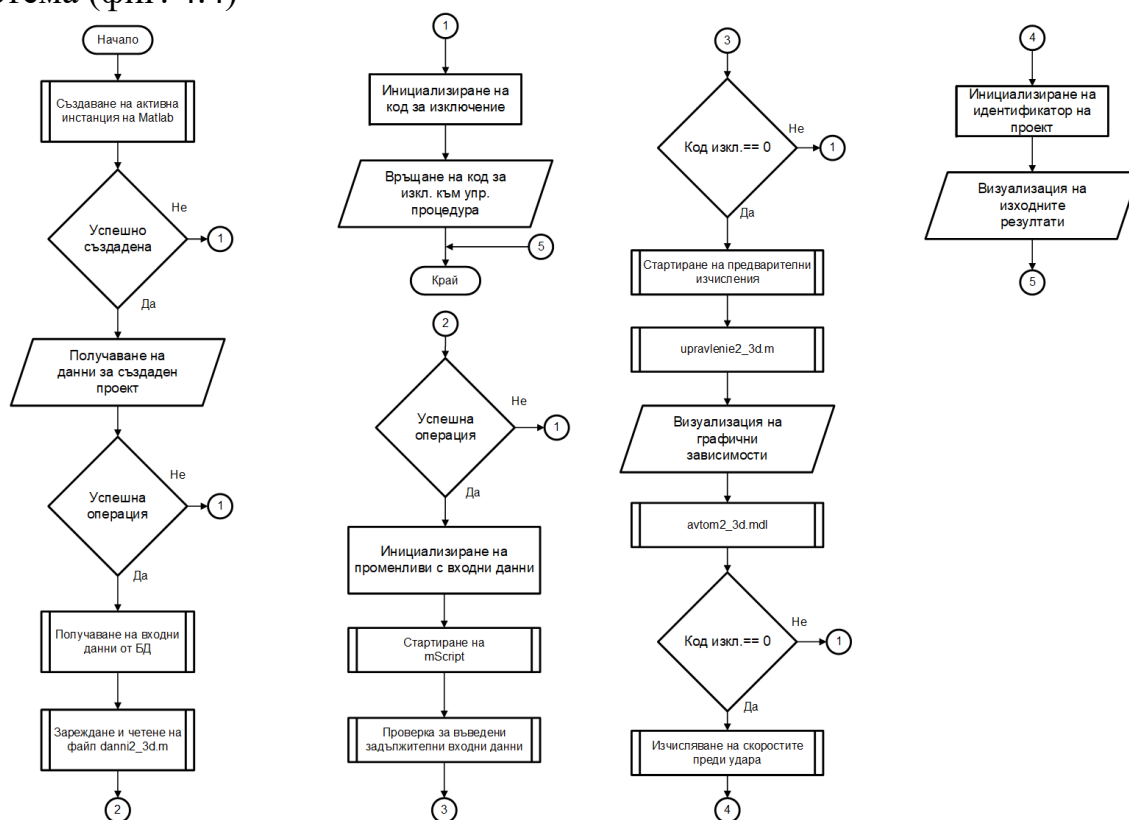
$$(4.5) \quad \begin{aligned} S_x &= \frac{I_1 \cdot \omega_1 \cdot \rho_{2x} + I_2 \cdot \omega_2 \cdot \rho_{1x}}{\rho_{1x} \cdot \rho_{2y} - \rho_{2x} \cdot \rho_{1y}}; \\ S_y &= \frac{I_1 \cdot \omega_1 \cdot \rho_{2y} + I_2 \cdot \omega_2 \cdot \rho_{1y}}{\rho_{1x} \cdot \rho_{2y} - \rho_{2x} \cdot \rho_{1y}}; \end{aligned}$$

$$(4.6) \quad \begin{aligned} V_{1x} &= u_{1x} - S_x/m_1; \quad V_{1y} = u_{1y} - S_y/m_1; \\ V_{2x} &= u_{2x} + S_x/m_2; \quad V_{2y} = u_{2y} + S_y/m_2. \end{aligned}$$

Резултатите показват, че за да се определят скоростите на двата автомобила преди удара, е необходимо да се знаят проекциите на скоростите на масовите им центрове след удара и техните ъглови скорости. Тези кинематични параметри се определят чрез механоматематично моделиране и компютърна симулация на движението на всеки автомобил след удара.

Разгледан е разработеният от проф. д.т.н. инж. Станимир Карапетков метод за изследване на ПТП „Експерткар“, по отношение на математическия апарат, както и програмна реализация на метода в средата на Matlab Simulink.

Основната цел е определяне на механизма на протичане на информационните процеси, протичащи в хода на изследването. Информационните процеси условно са класифицирани в четири групи: Параметризация; Предварителни изчисления; Управление на симулационния модел; Симулация. Основните акценти в анализа им са свързани с: определяне на механизма на получаване на входните данни в програмния продукт „Expertcar“; Стартиране и управление на изчислителните и симулационните процедури; Извличане на получените междинни и изходни резултати. В контекста на дисертационното изследване е възприет подход за интегриране на програмната реализация на метода „Expertcar“ в разработваната автоматизирана информационна система. На базата на направените изводи от анализа е разработен алгоритъм за управление на информационния обмен между Matlab и разработваната система (фиг. 4.4)



Фиг. 4.4. Блок-схема на обобщен алгоритъм за реализиране на обмен на данни с Matlab

Успешното създаване на инстанция на Matlab определя съпътстващите тази операция системни действия: получаване на данни за създаден проект или зареждане на съществуващ проект всички задължителни входни данни и такива идентифициращи дадено изследване на ПТП в БД на разработваната система. Контролът за успешно зареждане гарантира успешното протичане на изчислителните и симулационните процеси. Характерно за алгоритмичното решение е: експорт на получените данни към създадената инстанция на Matlab; стартиране на библиотеки и модули от програмния продукт „Expertcar“. Последователността на изпълнение на тези операции е съобразена с принципа на работа на „Expertcar“.

ГЛАВА 5. АВТОМАТИЗИРАНЕ НА ИЗСЛЕДВАНЕТО НА ПТП С ПЕШЕХОДЕЦ

5.1. Предпоставки за автоматизиране на инженерните дейности в изследването на ПТП с пешеходец

От литературното проучване и анализа на инженерните дейности, свързани с този вид ПТП са набелязани две основни задачи: Определяне на мястото на удара между МПС и пешеходеца; Определяне на скоростта на движение на МПС в момента на удара. Разгледани са известните в литературата и в световната експертна практика методи за изследване на ПТП с пешеходец в контекста на тяхното информационно осигуряване. Анализирани са особеностите на изчислителните процедури с цел тяхното интегриране в разработваната автоматизирана информационна система за изследване на ПТП.

5.2. Основни методи за изследването на ПТП с пешеходец

Разгледани са най-често прилаганите в експертната практика методи за определяне на скоростта на МЦ на МПС в момента на удара в зависимост от разстоянието на отхвърляне на тялото на пешеходеца. Отчетени са известните от литературата особености на методите, определящи тяхната пригодност към конкретен случай на ПТП. Емпиричните зависимости за определяне на скоростта на МЦ на автомобила в момента на удара за различните методи са както следва:

Метод на Limpert:

$$(5.1) \quad V = 2,95\sqrt{8,4 \cdot \mu^4 + 3,28 \cdot \mu \cdot S_T} - 8,94 \cdot \mu^2,$$

където V е скоростта на МЦ на автомобила в момента на удара в $[m/s]$; μ - коефициент на сцепление между гумите на автомобила и пътната настилка; S_T – разстояние на отхвърляне на тялото (от мястото на удара до крайното положение на тялото върху земната настилка) в $[m]$.

Метод на Wood:

$$(5.2) \quad V = \frac{m + m_T}{m} \sqrt{2 \cdot (s_T + \mu_T \cdot \Delta h) \cdot \mu_T \cdot g}$$

В израза съответно S_T е разстоянието на отхвърляне на тялото; μ_T – коефициент на съпротивление на плъзгане и търкаляне на тялото по пътната настилка – за асфалт (мокър и сух) се приема $\mu_T = 0,66$, за трева (мокра и суха) $\mu_T = 0,79$; Δh - разлика между височината на предната част на МПС и МЦ на пешеходеца; $g = 9,81 m/s^2$ - земно ускорение; m – маса на МПС; m_T – маса на пешеходеца.

Метод на Searle:

$$(5.3) \quad V_{min} = \sqrt{\frac{2 \cdot \mu_T \cdot g \cdot S_T}{1 + \mu_T^2}}$$

$$(5.4) \quad V_{max} = \sqrt{2 \cdot \mu_T \cdot g \cdot S_T}$$

За най-вероятна скорост на движение на МЦ на МПС в момента на удара се приема средноаритметичната – израз (5.5)

$$(5.5) \quad V = \frac{V_{min} + V_{max}}{2}$$

В посочените изрази $\mu_T = 0,66$ е коефициентът на съпротивление при плъзгане и търкаляне на тялото по пътната настилка, съответно за мокър и сух асфалт и $\mu_T = 0,79$ за мокра и суха трева; $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ е земното ускорение, а S_T е разстоянието на отхвърляне на тялото.

Метод на Eubanks:

Изчисляването на скоростта на МЦ на автомобила в момента на удара представлява решение на квадратно уравнение с помощта на израз (5.6):

$$(5.6) \quad V = \frac{-b + \sqrt{b^2 - 4 \cdot a \cdot c}}{2 \cdot a}$$

където а, b и с са коефициентите определени от изрази (5.7), както следва:

$$(5.7) \quad a = \frac{1}{2 \cdot g \cdot \mu_T}; \quad b = \frac{d_h}{V_{\pi} \cdot \sin(\theta)} + \sqrt{\frac{2 \cdot h_k}{g}}; \quad c = -S_T$$

където: V_{π} е скоростта на пешеходеца; d_h – относително напречно преместване на тялото на пешеходеца спрямо автомобила от момента на първия контакт до мястото на напускане, измерено напречно на автомобила; θ – ъгъл между скоростта на пешеходеца и скоростта на автомобила преди удара; h_k – височина на напускане на тялото на пешеходеца от автомобила.

Метод на Appel:

При него се отчита височината на предната част на МПС, като в зависимост от това са изведени зависимости (5.8), (5.9), (5.10) и (5.11), както следва:

- за автомобили с висока предна част:

$$(5.8) \quad V = \sqrt{\frac{S_T}{0,084}}$$

- за автомобили с ниска предна част:

$$(5.9) \quad V = \sqrt{\frac{S_T}{0,065}}$$

- за възрастни:

$$(5.10) \quad V = \sqrt{\frac{S_T}{0,070}}$$

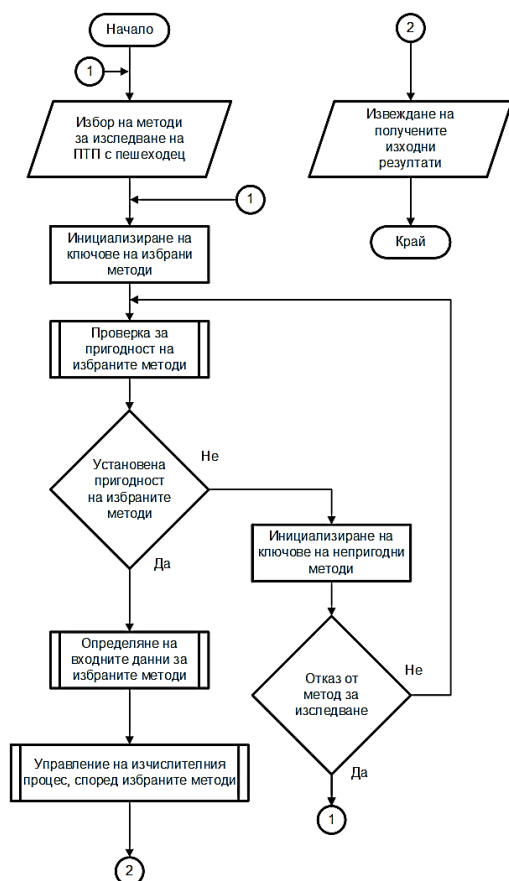
- за деца:

$$(5.11) \quad V = \sqrt{\frac{S_T}{0,088}}$$

където S_T е разстоянието на отхвърляне на тялото.

5.3. Алгоритъм за управление на входните данни и определяне на скоростта на МЦ на автомобил в момента на удара при ПТП с пешеходец

Алгоритмичното решение (фиг.5.1) включва контрол на избраните методи по отношение на тяхната пригодност към изследван случай на ПТП..



Критериите за реализиране на този контрол се базират на откритите в литературата описания. Управлението на този процес се осъществява в инициализиране на масив от ключови стойности за избрани методи. Изпълнява се циклична последователна проверка на всеки от тях относно дефинираните критерии.

Непригодността на избран метод се инициализира в масив от ключови стойности, съпътствано с генериране на съобщение. Отказът от непригоден метод, връща управлението на ниво избор на други методи за изчисляване на скоростта.

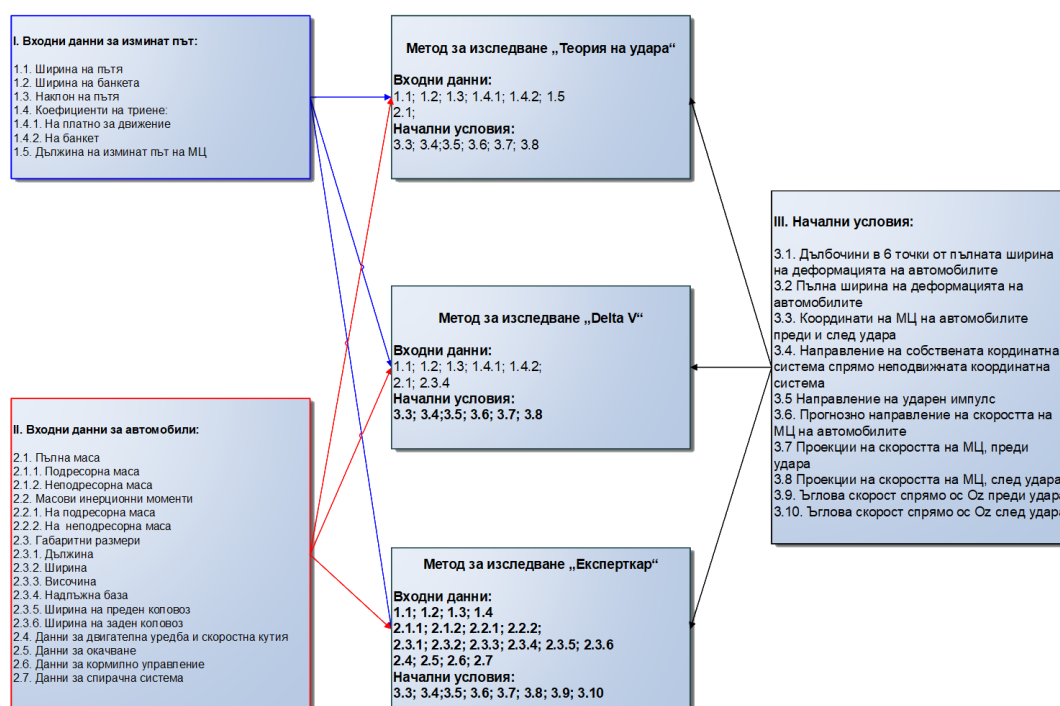
Фиг. 5.1. Блок-схема на алгоритъм за управление на входните данни и определяне на скоростта на МЦ на автомобил в момента на удара при ПТП с пешеходец

ГЛАВА 6. АВТОМАТИЗИРАНА ИНФОРМАЦИОННА СИСТЕМА ЗА ИЗСЛЕДВАНЕ НА ПТП. ТЕСТОВЕ И АНАЛИЗИ

6.1. Постановка на задачата

Проведено е експериментално изследване на работоспособността на разработената автоматизирана информационна система (АИС) с изследване на реален случай на ПТП. Поставените в акта на назначаване на експертизата задачи, са описани подробно от стр. 158 до стр. 160 от дисертационния труд.

Обект на настоящото изследване е назначена автотехническа експертиза за изготвяне на технически анализ на ПТП с входни данни, поставени съгласно НОХД № 238/2014 на Окръжен съд Шумен. Разглежданият случай е с влязла в сила присъда на съдебната система без обжалване. Поставените към експертизата задачи се свеждат до определяне на скоростите на МЦ на два автомобила, съответно непосредствено преди и след удара. Обект на изследването е събитие на ПТП при челен удар между два леки автомобила. Източници на входни данни са наличните материали по делото, както и тези от огледа на местопроизшествието. Предпоставка за провеждането на тестове с разработената АИС за изследване на ПТП е съставената от експертите по делото мащабна скица на местопроизшествието. Известните данни са представени схематично на фиг. 6.2. Изборът на методи за изследване се базира на експертна оценка.



Фиг. 6.2. Обобщена блок-схема на връзките на входни данни и начални условия с посочените методи за изследване

На блок-схемата са показани връзките на избраните методи за изследване с входни данни, както и тези с началните условия. Представената схема е илюстрация на реализираното в системата управление на информационните ресурси, необходими и достатъчни за провеждане на изследването. В записката на дисертационния труд от стр. 163 до стр. 170 е представен подробно цялостният процес на протичане на изследването.

На фиг. 6.10 е представен изглед на формата за управление на изчислителните процеси и симулацията при прилагане на метод „Expertcar“.

Изследване на удар между автомобили по метод "Експерткар"

Управление на симулацията

Общи данни: Начални условия за МПС 1 Начални условия за МПС 2

Грешка при грубото приближение, преди определяне на min на функционалния критерий

Xc [m]: 0.1 Yc [m]: 0.1 fi [deg]: 1

Окончателна грешка

Xc [m]: 0.1 Yc [m]: 0.1 fi [deg]: 1

Начални Ойлерови ъгли

psi [deg]: 102 tita [deg]: 5 fi [deg]: 270

fi се задава в интервала [0 360]

Координати на масовия център на системата в началото на движението

X [m]: 23.5 Y [m]: 0.85

Начален ъгъл на завиване на неподдресорната маса

fi (max) [deg]: 360 fi (deg): 348 fi_z1 [deg]: 12

Въвежда се само корекция!

Координати на масовия център на системата и ъгъл на завиване в края на движението

X [m]: 24.1 Y [m]: 3.3 fi_z1 [deg]: 54.5

Дискретни положения

Анимация на движението

Следи

Графични зависимости

Крайно положение

Спиране на симулацията

Изходни резултати за МПС 1 и МПС 2

Проекция на скоростта на МЦ на МПС 1 в момента на удара по ос Ox [km/h]:	74.3
Проекция на скоростта на МЦ на МПС 1 в момента на удара по ос Oy [km/h]:	12.5
Абсолютна стойност на скоростта на МЦ на МПС 1 в момента на удара [km/h]:	75.4
Проекция на скоростта на МЦ на МПС 2 в момента на удара по ос Ox [km/h]:	-114.4
Проекция на скоростта на МЦ на МПС 2 в момента на удара по ос Oy [km/h]:	19.2
Абсолютна стойност на скоростта на МЦ на МПС 2 в момента на удара [km/h]:	116.1
Проекция на скоростта на МЦ на МПС 1 след удара по ос Ox [km/h]:	-0.72
Проекция на скоростта на МЦ на МПС 1 след удара по ос Oy [km/h]:	16.92
Абсолютна стойност на скоростта на МЦ на МПС 1 след удара [km/h]:	14.5
Ъглова скорост на МЦ на МПС 1 след удара [s ⁻¹]:	1.92
Проекция на скоростта на МЦ на МПС 2 след удара по ос Ox [km/h]:	-1.8
Проекция на скоростта на МЦ на МПС 2 след удара по ос Oy [km/h]:	12.24
Абсолютна стойност на скоростта на МЦ на МПС 2 след удара [km/h]:	31.2
Ъглова скорост на МЦ на МПС 2 след удара [s ⁻¹]:	-4.5
Проекция на ударния импулс по ос Ox [N.s]:	-28172
Проекция на ударния импулс по ос Oy [N.s]:	1752
Абсолютна стойност на ударния импулс [N.s]:	28226

Фиг. 6.10. Форма за управление на изчислителните процеси и симулацията при прилагане на метод „Expertcar“

Анализът на получените при прилагането на трите метода резултати показва, че е намерено с голяма точност решение относно мястото на удара, положението на двете МПС към момента на удара и скоростите на движение непосредствено преди удара, което се базира на следните критерии за достоверност:

- 1) Траекториите на центровете на колелата на автомобилите точно съответстват на конфигурацията и разположението на следите по пътното платно;
- 2) Направлението на векторите скорости на масовите центрове на автомобилите преди удара напълно кореспондират с положението на двата автомобила в този момент;
- 3) Получените в резултат на симулацията вектор на ударния импулс и неговата директриса напълно съответстват на деформациите на автомобилите и тяхното завъртане след удара;
- 4) Абсолютните стойности на изменението на скоростта за всеки автомобил добре кореспондират с енергията на деформациите им, съгласно метода „Делта-V“.

Получените резултати доказват работоспособността на разработената Автоматизирана информационна система за изследване на ПТП.

НАУЧНО-ПРИЛОЖНИ И ПРИЛОЖНИ ПРИНОСИ

1. Научно-приложни приноси:

1.1. Разработен е подход за автоматизирано управление на входните данни и тяхното структуриране в единна база от данни с възможност за паралелно прилагане на повече от един метод за изследване на ПТП при удар между автомобили и при удар между автомобил и пешеходец.

1.2. Разработен е обобщен алгоритъм за управление на входни данни и получаване на междинни и изходни резултати на проектен принцип.

1.3. Създаден е обобщен алгоритъм за въвеждане на необходимите начални условия на изчислителните процедури при изследване на удар между автомобили и обектите, участващи в него.

2. Приложни приноси:

2.1. Разработена е програмна реализация на автоматизирана информационна система за изследване на ПТП, съчетаваща на модулен принцип прилагането на основни методи за изследване на ПТП при удар между автомобили и при удар между автомобил и пешеходец.

2.2. Проектирана и реализирана е релационна база от данни, съхраняваща необходимите и достатъчни данни за протичане на изчислителните и симулационните процеси, както и структурата на всяко изследване на проектен принцип.

2.3. Разработени са програмни модули за въвеждане на входни данни и визуализация на получените резултати при изследване на удар между автомобили и удар между автомобил и пешеходец.

СПИСЪК НА ПУБЛИКАЦИИТЕ ПО ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

1. **Matsinski P**, M. Topalova, L. Tsekov. Programming module design for setting technological parameters for workpieces, XIII International Scientific and technical union of mechanical engineering Bulgaria, International journal for science, technics and innovations for the industry, // ISSN 1313-0226, WEB ISSN 1314-507X YEAR X, ISSUE 8, 2016.
2. **Matsinski P**. Formalization of information tasks and solutions in automated design processes in mechanical engineering, 55th Annual Science Conference of Ruse University „Smart SPECIALIZATION-INNOVATIVE STRATEGY

3. **Мъцински П.** Подход за автоматизиране на информационните ресурси при изследване на ПТП, Сливен (под печат), 2018.
4. **Мъцински П., С. Дечкова.** Концептуален модел на информационна система за автоматизиране на инженерния труд при разследване на пътнотранспортни произшествия, Известия на съюза на учените, Том 33, ISSN 1311-2864, с. 65-70, Каварна, 2018.
5. **Узунов Хр., Мъцински. Пл., С. Дечкова.** Повишаване мотивацията на студентите, чрез системата за електронно обучение BLACKBOARD, Известия на съюза на учените, Том 33, ISSN 1311-2864, с. 22-27, Каварна, 2018.
6. **Pl. Matsinsky, S. Dechkova.** System-based approach to engineering automated solutions in car accident investigation, (под печат), 2018.

AUTOMATION OF ENGINEERING EXPERT ANALYSIS OF CAR ACCIDENT INVESTIGATION

SUMMARY

It is well known that investigating vehicle collisions implies submitting technical reports performed by experts trained in the field of traffic accident reconstruction engineering to determine and identify the circumstances and causes of the crash. Based on findings, the accident reconstruction expert comes to the conclusion about the location of impact, pre-impact and impact velocity of the vehicle center of mass, technical driving skills of the motor vehicle drivers to avoid the crash, situation assessment of their actions and responses, technical causes for the occurrence of the accident, etc.

In the world practice of expertise, many software products were created using research methods known in science. Obtaining adequate analysis results requires the simultaneous use of more than one method to investigate an accident. Existing software solutions partially implement the individual stages of the computational process. This requires re-entering the same input data, there is no automated transfer and analysis of intermediate results during the study.

The thesis proposes an approach to the automated management of input data and its structuring in a single database. Developed algorithms: control input data, obtaining intermediate and final results and the introduction of the necessary initial conditions.

An automated information system has been developed and implemented to investigate a traffic accident with a relational database. The developed system we constructed according to a modular principle that implements the basic information processes: input of initial data and initial conditions; traffic accident investigation; investigation of the accident between the vehicle and the pedestrian; visualization of the results;

The database stores the necessary and sufficient computational data flow and modeling processes, and the structure of each study on a project basis.