

Изследване и моделиране работата на звено от логистична система при захранване с материален поток. Технологично оразмеряване на транспортния процес и определяне ресурса за осигуряване дейностите на входа.

Андрей Борисов

София 2013г.

Изследване и моделиране работата на звено от логистична система при захранване с материален поток. Технологично оразмеряване на транспортния процес и определяне ресурса за осигуряване дейностите на входа.

Студия

*Андрей Борисов, гл.ас. инж.; androbor@abv.bg; ВТУ „Т. Каблешков”
София ул. „Гео Милев” 159 България*

Студията разглежда логистична система с нейното технологично и ресурсно обезпечаване в най критичното звено от веригата за доставки на основния материален ресурс. Изследван е реално действащ обект с достатъчно надеждна извадка от данни за неговото функциониране, като е акцентирано на най слабото звено от системата – входа в индустриалното производство. В този пункт взаимодействат три различни транспортни подсистеми, като различни юридически лица и множество неуправляеми параметри влияещи си взаимно в процеса на работа. Технологичното описание на дейностите и тяхното синхронизиране по веригата на доставки, изисква различните времеви и ресурсни характеристики да бъдат определяни в различните състояния в които може да изпадне системата. За целта е описана конкретната функционална схема на процесите, подробен алгоритъм за работа с транспортните средства, изследвани са основните параметри на входа и е представена блоксхема на моделите за имитационно моделиране на дискретни системи в езикова среда GPSS. В заключение са описани резултати от моделирането и препоръки за тяхното практическо приложение с конкретен работен вариант (комплексно за цялата логистична система). Представения модел позволява решаване на подобни проблеми с използване на други версии на езика(GPSS) или готови програмни продукти за оразмеряване на системи за масово обслужване (СМО) от подобно естество.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

- 1. проф. д-р инж. Тошо Качаунов, ВТУ „Т.Каблешков”, София.**
- 2. доц. д-р. Виолета Бакалова, УНСС, София.**

СЪДЪРЖАНИЕ

стр.

Описание на проблема.....	4
1. Изследване на процесите при доставка на суровини с железопътен транспорт в индустриален обект, с мощни и относително постоянни товаропотоци на входа.....	7
1.1 Нормативни документи.....	7
1.2 Техничко експлоатационни характеристики.....	9
1.3 Типизация и категоризация на взаимодействащите обекти (ИЖК, Гари).....	10
1.4 Вид и обем на товаропотока (вагонопотока).....	11
2. Функционална схема на процесите в изследваните обекти от логистичната верига.....	12
3. Анализ на неуправляемите параметри влияещи върху работата на веригата (интензивност на входящия поток, неравномерности по интервал и обем на постъпване, продължителност на обработване на групите вагони и други.).	20
4. Определяне технологичните параметри на процесите	40
4.1 Имитационно моделиране на дискретни системи в езиковата среда на GPSS.....	40
4.2 Определяне на ресурсите за обезпечаване на процеса за три денонощия, при максимално натоварване на системата.....	51
5. Резултати от моделирането на процесите и препоръки за практическото им приложение.....	53
Използвана литература.....	62

Описание на проблема.

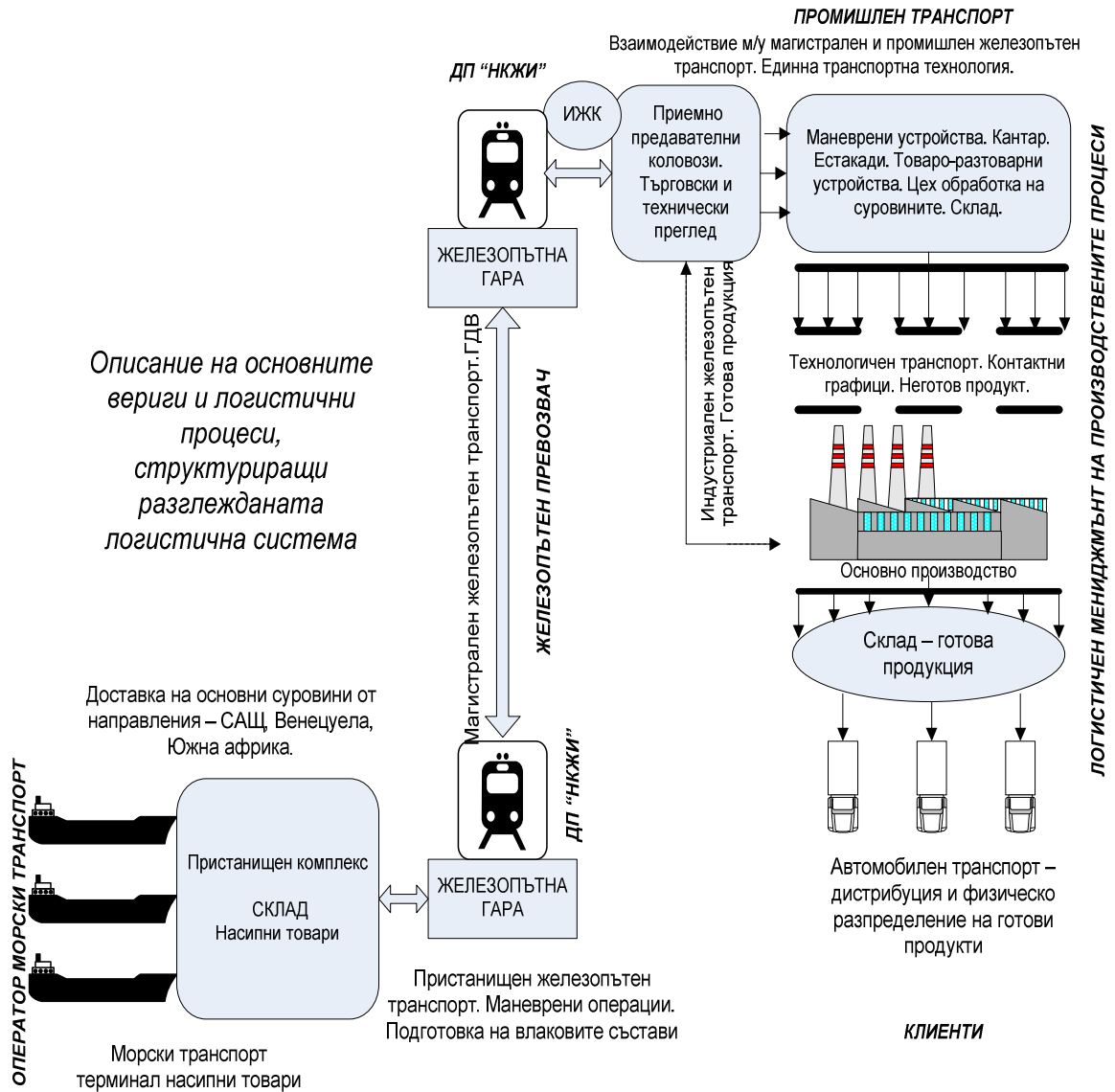
Предмет на **логистиката** е планиране, управление и контрол на материалните потоци и свързаната информация в публичния и частния сектор. Най-общо казано, мисията и е да достави точните материали на точното място в точното време (3R), като се оптимизират определени показатели за ефективност (напр. сумарните операционни разходи), удовлетворявайки определени ограничения (времеви, ресурсно осигуряване на процеса, бюджетни ограничения и др.). Логистиката е и инструментариум (техники) за интегрално управление на материалните потоци, а също така и съпътстващото обслужване с оптимални разходи на ресурси. В литературата няма еднозначно определение, поради многообразието на логистичните системи, обслужващи различен тип индустрии. Основните теоретични постановки, методики и модели описващи тази проблематика са подробно представени и анализирани в [1].

Логистичната система се състои от **множество звена (обекти) свързани с транспортни услуги**. Обектите са местата, където материалният поток се обработва и преминава в следваща фаза от процеса. Транспортните услуги придвижват материалните потоци между обектите, като използват транспортните системи на различните видове транспорт, понякога като част от една **логистична верига**.

Настоящата разработка има за цел да опише част от решенията при технологично проектиране транспортните процеси на входа в логистична система с натоварване на изхода, т.е. мощен почти еднороден входящ поток и множество готови продукти, като крайни изделия. Обикновено такива системи са част от металургичната, химическата и други индустрии, обслужващи непрекъснати производства. Веригата на доставки при основните суровини трябва да отговаря на изискване за висока степен на надеждност и нейното ресурсно осигуряване влияе пряко върху производствения процес, поради технологичните изисквания за непрекъснатост и обвързаност с контактните графици в основните звена от логистичната система.

В най общ вид *разглежданата система* има следната структура на веригите от които е изградена - **Фиг.1**, като ясно се открояват няколко подсистеми оказващи влияние в макрологистичен аспект. Това за конкретния случай са доставките с морски транспорт, пристанище, железопътен транспорт и вход в индустриалната транспортна система на производствения процес. Технологичното описание на дейностите и тяхното синхронизиране по веригата на доставки изисква различните времеви и ресурсни характеристики да бъдат определяни в различните състояния в които може да изпадне системата. Тези състояния изследват неравномерностите при песимистичен и оптимистичен сценарий, установяване на основни зависимости и връзки в ЛС (логистична система), проиграване на различни стратегии при избор на вариант за работа и анализ на екстремните състояния водещи до отказ от обслужване с материален ресурс. На тази база се разработва обща концепция за работа на системата с осигуряване на необходимия резерв от мощности и ресурси за прогнозните екстремни състояния, и определяне стойноста на общия логистичен(работен) цикъл. В конкретния случай е разгледана реално работеща система, като е акцентирано на най слабото звено от нея – входа в основното производство (зоната на взаимодействие между магистралния железопътен транспорт и индустриалния такъв). Това е точката в която е необходимо да се синхронизират дейностите на три юридически самостоятелни обекта имащи различни интереси в процеса на обслужване на материалния поток. Данните и обемите за работата на изследваната верига са за 1995г. (металургична индустрия, в момента обекта е не работещ), с достатъчно надеждна извадка за основните параметри захранващи модела. Подобни активно работещи вериги (звена от ЛС) има и в момента, с подобна структура на входящите потоци и проблеми за решаване на входа (металургия, енергетика, добивна индустрия и др).

СТРУКТУРА НА ЛОГИСТИЧНАТА СИСТЕМА



Фиг. 1

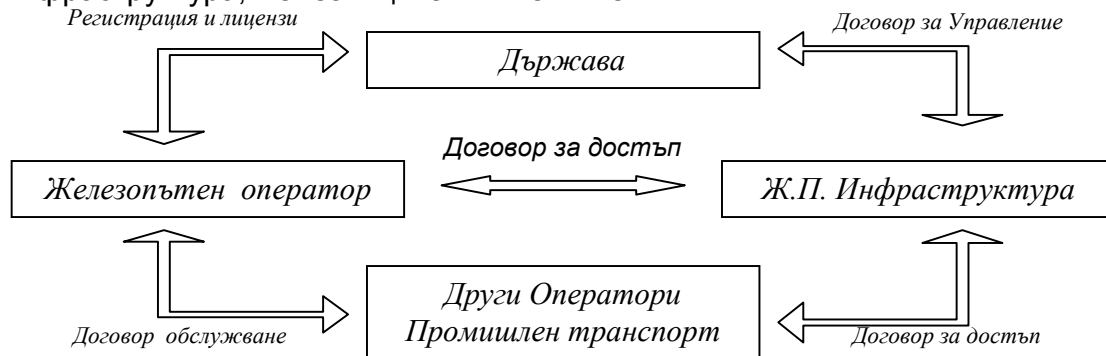
1. Изследване на процесите при доставка на суровини с железопътен транспорт в индустриален обект, с мощни и относително постоянни товаропотоци на входа.

1.1 Нормативни документи.

Взаимоотношенията между железниците и държавата се уреждат чрез “Закон за БДЖ” [6]. Разделянето на железопътната инфраструктура от експлоатацията има за цел да осигури свободен достъп до нея. С “Закон за Железопътния Транспорт” се определя статутът, процедурата и условията за използване на железопътната инфраструктура, включително:

- Правният статус на железопътната инфраструктура.
- Редът за използване, поддръжка и експлоатация.
- Лицензиране на железопътните предприятия.
- Възлагане на задължителни обществени услуги.
- Взаимоотношения между държавата, железопътната

инфраструктура, железниците и клиентите.



Фиг. 2.

Взаимоотношенията Държава – ДП“НКЖИ” – Железопътни оператори са показани на **фигура 2**.

Основните принципи на взаимоотношенията са:

Държавата:

- **Железопътната инфраструктура** (ДП „НКЖИ“) е публична държавна собственост.
- Финансира развитието на железопътната инфраструктура.

➤ Възлага поддръжката, ремонта и развитието на предприятието за железопътна инфраструктура, като сключва с него договор.

➤ Управлява и контролира дейността по техническата експлоатация на железопътната инфраструктура.

➤ Осъществява държавен контрол върху управлението и техническата експлоатация на железопътната инфраструктура и безопасността на движението.

➤ Сключва договор за управление на железопътната инфраструктура с управителя на предприятието.

Предприятия за железопътна инфраструктура.

➤ Поддържа и ремонтира железопътната инфраструктура.

➤ Организира и управлява движението на влаковете.

➤ Сключват договор с железопътните превозвачи за осъществяване на търговската дейност.

➤ Определя технологията на превода и таксите за достъп.

➤ Набира средства за поддържане и ремонт на железопътната инфраструктура.

Превозвачи (оператори).

➤ **Оператори** могат са бъдат юридически или физически лица, които имат предмет на дейност извършване на железопътни услуги и експлоатация.

➤ Лицензът е задължително изискване за достъпа до железопътната инфраструктура.

➤ Сключват договор за достъп с предприятието за железопътна инфраструктура.

➤ Заплаща такса за използването на железопътната инфраструктура и устройствата в гарите.

За експлоатацията на **Индустриалния железопътен клон (ИЖК)** се налага сключване на договори между собственика и железопътен превозвач. От своя страна железопътния превозвач сключва договор за ползване на железопътната инфраструктура и устройствата от националната железопътна мрежа. Предприятието железопътен превозвач заявява при подписването на договора от какъв капацитет на

инфраструктурата се нуждае и в кой часови интервали иска да я ползва. Тези въпроси са регламентирани в “ *Наредба № 44 за превоз на товари с железопътен транспорт* ”.

Редът на подаване и вземане на вагоните от индустриалния клон се определя въз основа на “ *Наредба 58 за правилата за техническа експлоатация, движението на влаковете и сигнализацията в железопътния транспорт*” в Република България, Единната транспортна технология (ЕТТ) за работа в ИЖК и Инструкциите за работа в гарата.

В сключения договор се отбелязва начина на предаване на вагоните между двете страни, при пристигане в гарата, по какъв начин се уведомява клонопритежателя за пристигането на вагоните и след това за изваждането им от индустриалния клон. Предаването на вагоните се смята от момента на приемането им от железопътния превозвач срещу подписване на предавателна ведомост обр. ДП-14, а за готовите вагони в клона до часа на предаване на товарителниците с всички необходими приложения.

1.2 Техничко експлоатационни характеристики.

Мощностите за обработка и превоз на товарите и превозните средства по железопътен транспорт в Индустриален железопътен клон (ИЖК) са обособени в две групи:

В системата на ДП”НКЖИ” – за общо ползване.

В системата на ИЖК – ведомствен транспорт (наричан още промишлен, технологичен и др.).

Организацията на превозния процес е изградена в зависимост от производствения и технологичен режим на основните производствени подсистеми и монтираните в тях производствени мощности, тоест за разлика от магистралния железопътния транспорт, който транспортира товари от производителя до потребителя, то промишления железопътен транспорт участва пряко в технологичния и производствен процес поради което всяко смущение в работата му води до нарушаване на нормалния производствен ритъм и дейности в логистичната верига.

Организирането на превоза на входящия и изходящия товаропоток е въз основа на сключване на договор между *Товародателя (промишлен транспорт)* и *Железопътен превозвач*. Връзката между отделните производства се определя на база контактен график отговарящ на изискванията и спецификата в технологията на производствените процеси.

Превозния процес в (ИЖК) се разделя на два етапа :

➤ Превоз на суровини и материали до складовете на производства, което по същество е продължение на транспортния процес по магистрален железопътен транспорт.

➤ Превоз на готова продукция или полуфабрикати от едно производствено поделение до друго, което е продължение на производствения процес.

За обслужване на производствения процес и пряк достъп до различните производствени звена от логистичната верига в разглеждания индустриален обект, са обособени и се експлоатират няколко подсистеми, свързани с технологичен транспорт, подчинен на съответните контактни графици.

1.3 Типизация и категоризация на взаимодействащите обекти (ИЖК, Гари).

В национален мащаб различните индустриални обекти имат различни характеристики и това налага различен подход при технологичното проектиране на процесите за тяхното транспортно обслужване [7].

На гарите в националната железопътна мрежа взаимодействащи с ИЖК, може да се направи следната категоризация:

По големината на товарите преминаващи през тях.

- Гари обслужващи мощни товаропотоци.
- Гари обслужващи средни товаропотоци.
- Гари обслужващи малки товаропотоци.
- Гари обслужващи незначителни товаропотоци.

По района който обслужват

- Гари обслужващи пристанищни райони.
- Гари обслужващи големи промишлени райони.
- Гранични гари отчитащи входящия и изходящ международен трафик.
- Възлови гари отчитащи транзитния трафик.

На действащите индустриални железопътни клонове (ИЖК) в национален мащаб може да бъде направена следната типизация:

По индустриален принцип

- Пристанища и специализирани кейове на различни индустрии.
- Индустриални железопътни клонове обслужващи енергетиката.
- Промислени гари и индустриални железопътни клонове на металургичната индустрия.

- Индустриални железопътни клонове на нефтопреработвателната и химическа индустрия.

- Циментови заводи и лека промишленост.

По възможност за използване на различни видове транспорт.

- Без алтернатива на железопътния транспорт.

- С възможност за ползване на автомобилен или тръбопроводен транспорт.

По обем на товарния трафик за месец и година.

- *Активни* – Индустриални железопътни клонове генериращи основния товарен трафик в железопътната мрежа.

- *Умерени* – такива с относително постоянен и сигурен но не голям обем товарни превози.

- *Слаби* – с малък по обем и голяма неравномерност товаропоток, но без алтернатива на железопътния транспорт.

- *Незначителни* – с инцидентен и силно изразен сезонен характер на товаропотока и възможност за обслужване от друг вид транспорт.

В настоящото изследване и моделиране процесите на взаимодействие между магистралния и промишлен железопътен транспорт, обектите участващи в процеса са активен ИЖК, обслужван от промишлена гара с относително мощен и постоянен товаропоток на металургичната индустрия.

1.4 Вид и обем на товаропотока (вагонопотока).

От особена важност за правилната организация на работата на индустриалния клон е определянето на товаропотока и неговите параметри. В следващата класификация са посочени основните показатели които характеризират товаропотока.

Товаропотока по време може да бъде:

- Постоянен.

- Регулярен.

- Сезонен.

Товаропотока по отношение на звената от логистичната верига може да бъде:

- Входящ.

➤ Изходящ.

От вида и обема на товаропотока зависи какъв тип и колко вагони ще са нужни на превозвача за да обслужи клиента. Това пряко влияе върху организацията на превоза тъй като въз основа на обема и броя вагони се определя на колко етапа ще се извози наличното количество товар. От броя на получените състави зависи какъв график (ГДВ) ще се състави за превоза на товара, а от там и какви часови интервали ще бъдат заявени при сключване на договора от страна на превозвача с железопътната инфраструктура (ДП „НКЖИ“). От регулярността на товаропотока зависи правилната работа на производствените мощности в логистичната верига, избора на микрологистична концепция за функционирането им и управлението на запасите в системата.

2. Функционална схема на процесите в изследваните обекти от логистичната верига.

Взаимодействието на магистралния с индустриалния (*промишлен*) железопътен транспорт е един от основните проблеми, чието решаване води до усъвършенстване дейността на единната транспортна система (*ETC*). То се появява в множеството пунктове на зараждане и погасяване на товаропотоците, свързани с дейността на железопътния транспорт и допринася за тяхното безпрепятствено обслужване [3].

Функционалната схема на процесите по обслужване разглеждания обект(ИЖК) е показана на **фигура 3**. Очертават се три основни подсистеми, функциониращи сравнително самостоятелно и взаимодействащи помежду си. Тяхното разглеждане комплексно при прогнозиране на транспортните потребности и диференцирано при оперативно управление на процеса, дава възможност за снижаване до минимум на смущенията при обслужване на вагонопотоците (товаропотоците) и определяне оптималния ресурс осигуряващ дейността.

Първата подсистема е гара “ X “ – ДП „НКЖИ“, която е звено от магистралния железопътен транспорт, върху което оказват влияние следните технологични параметри:

➤ Интервал на постъпващите заявки за обслужване от и за промишлената зона - ИЖК.

- Големина на съставите (групите вагони), постъпващи в гарата за и от ИЖК.
- Престой на заявките под различни операции в разглежданата подсистема.
- Заетост на гаровите съоръжения и маневрените бригади при извършване на основната гарова работа и враждебност на маршрутите.
- Закони за разпределение на случайните величини със съответните характеристики и други.

В случая външни(*неуправляеми*) параметри са интервалите на постъпване на заявките за обслужване и големината на групата вагони, предназначени за индустриалната зона, респективно за магистралния железопътен транспорт. Те оказват влияние върху целия цикъл от операции, извършвани с вагоните и съответно определят техния престой в това звено от транспортната система.

Необходимата информация за управление процесите в гарата е:

- График за движение на влаковете.
- Готовност на маневрените бригади (*заетост*).
- Състоянието на гаровите устройства и подходите.
- Наличието на товари за и от индустриалната зона.
- График за подаване и изваждане на групите вагони/състави.

Втората подсистема е “ Z “ – приемно-предавателна площадка (коловози) и представлява основен пункт на взаимодействие между двата вида транспорт, чиято основна задача е да синхронизира работата на двете крайни подсистеми. В нея участват най-голям брой неуправляеми параметри и дейността ѝ зависи от работата на съседните звена, както и от бройките подавания и изваждания на групите вагони/маневрени състави с техните графични часове и големини. При обслужване на този пункт от системата са възможни допълнителни смущения породени от успоредната работа на друга маневрена бригада, свързана с други обекти в близост до разглеждания и оказваща влияние върху престоя на вагоните.

Продължителността на цикъла от операции по приемане и предаване на заявките зависи от:

- Тяхната интензивност на постъпване.

- Пропускателната и преработвателната способност на пункта (капацитет).
- Големината на групите вагони/състави.
- Допълнителни маневрени операции по формиране на групите вагони/състави.

Необходимата информация за управление е:

- Подадени влакови състави или група вагони.
- Работа (заетост) на маневрената бригада.
- Заетост на коловозите и други технически/маневрени устройства.
- Готовност за приемно-предавателни операции.
- Работно време на ИЖК и гарата.

Третата подсистема “ Y ” е промишления железопътен транспорт с неговите специфични особености и съоръженост.

Продължителността на престойте в нея са в зависимост от:

- Дейността на другите видове транспорт (технология на производството, контактни графици, производствени цикли и др.).
- Състоянието на товаро-разтоварната техника и складовете (управление на запасите).
- Интервал на подаване и изваждане на групите вагони/състави.
- Големината на групите вагони и границите на нейното изменение.
- Допълнителните маневрени операции, свързани с прибутване, мерене , придвижване на вагоните и други съпътстващи операции.

Необходимата информация за управление е:

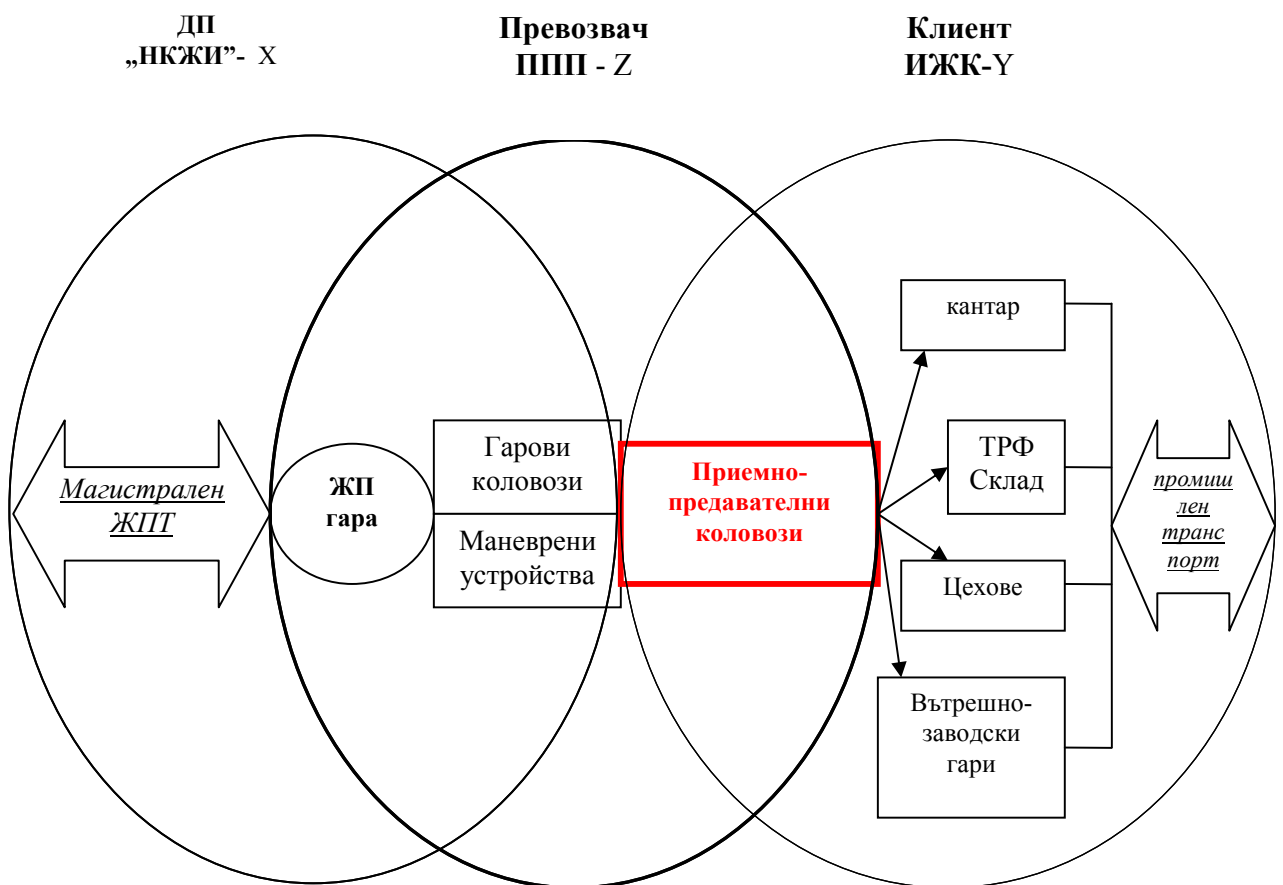
- Набран товар за извозване към определен момент.
- Престой на групата вагони в товаро-разтоварните фронтове.
- Състояние на товаро-разтоварните устройства.
- Състояние на складовите площи (запаси).
- Състояние на вътрешните транспортни системи, осигуряващи непрекъснати производствени процеси и др.

Организацията на маневрената работа между втората и третата подсистема влияе пряко върху натоварването на крайните елементи в

индустриалната зона и в голяма степен определя продължителността на цикъла от действия в тях.

Организацията и управлението на транспортната система като активен елемент на транспортната логистика е в основата на разработването на единен технологичен процес (ЕТП) за работа на магистралния и промишления железопътен транспорт. Описанието и анализът на този процес в пункта на взаимодействие дава представа за *резерва от възможности* за усъвършенстване на обслужването на клиентите и за комплексно подобряване на работата на железопътния транспорт.

Функционална схема на процесите в разглежданото звено от логистичната верига със съответните сфери на активна дейност.

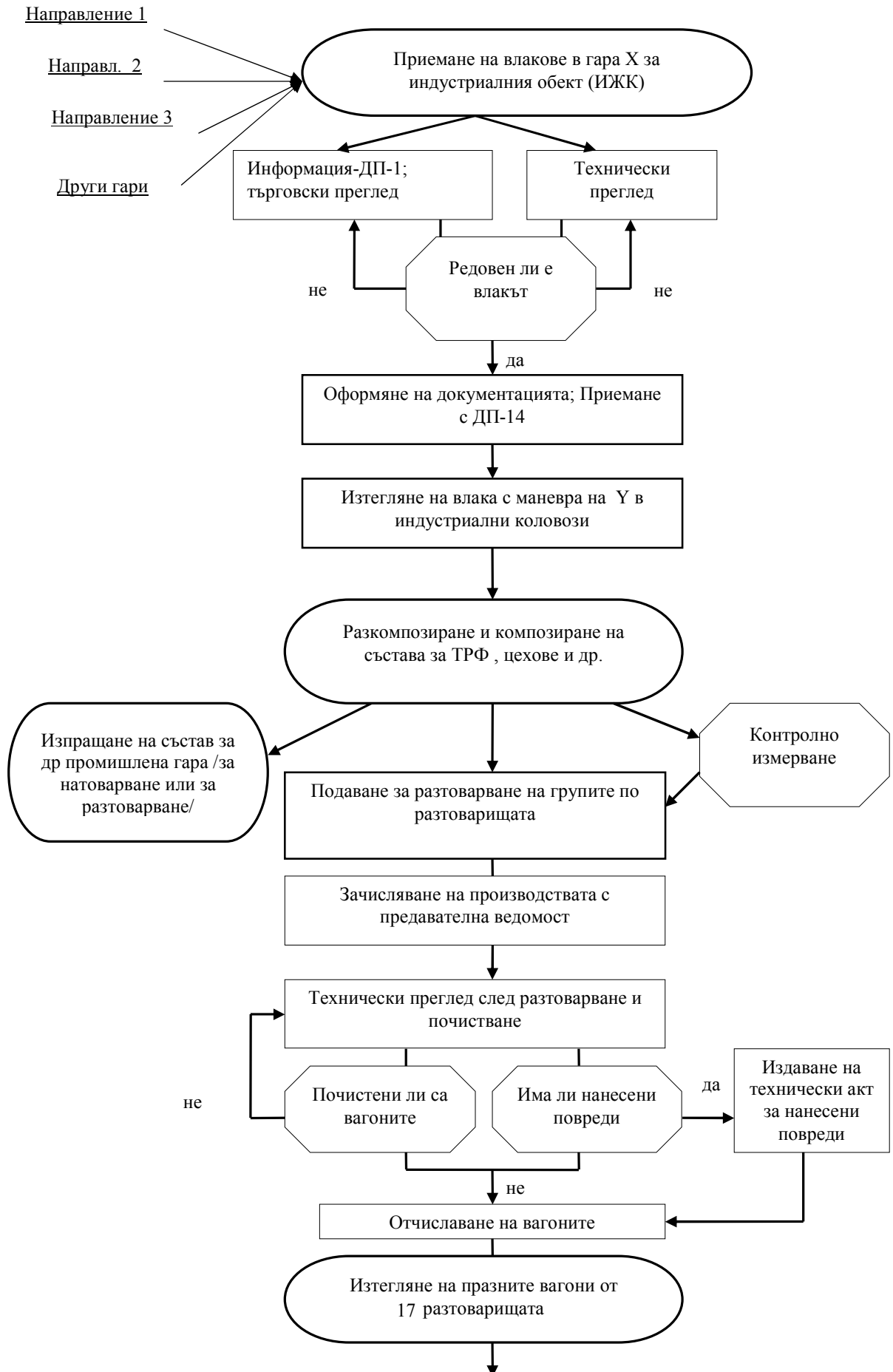


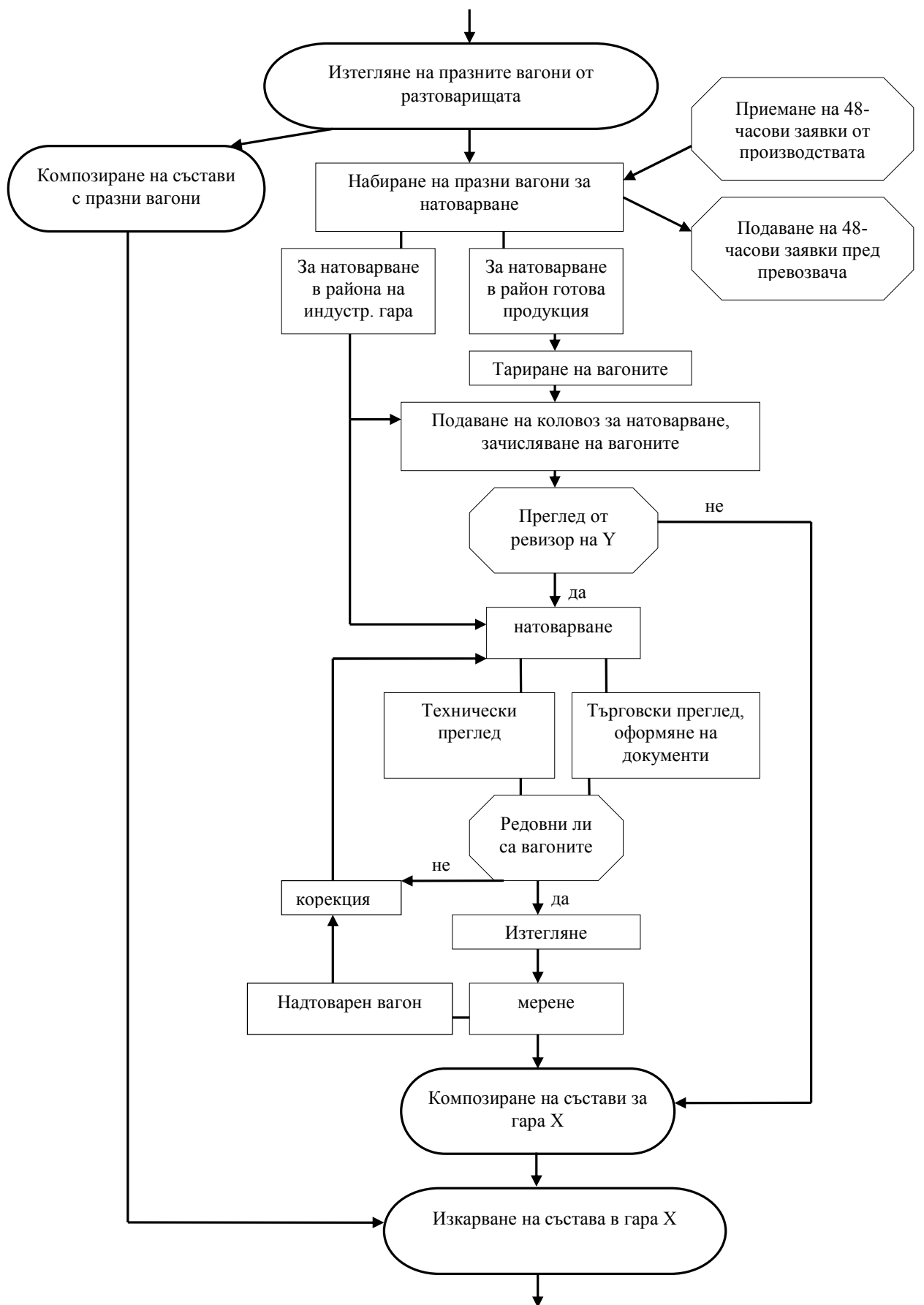
Фиг.3

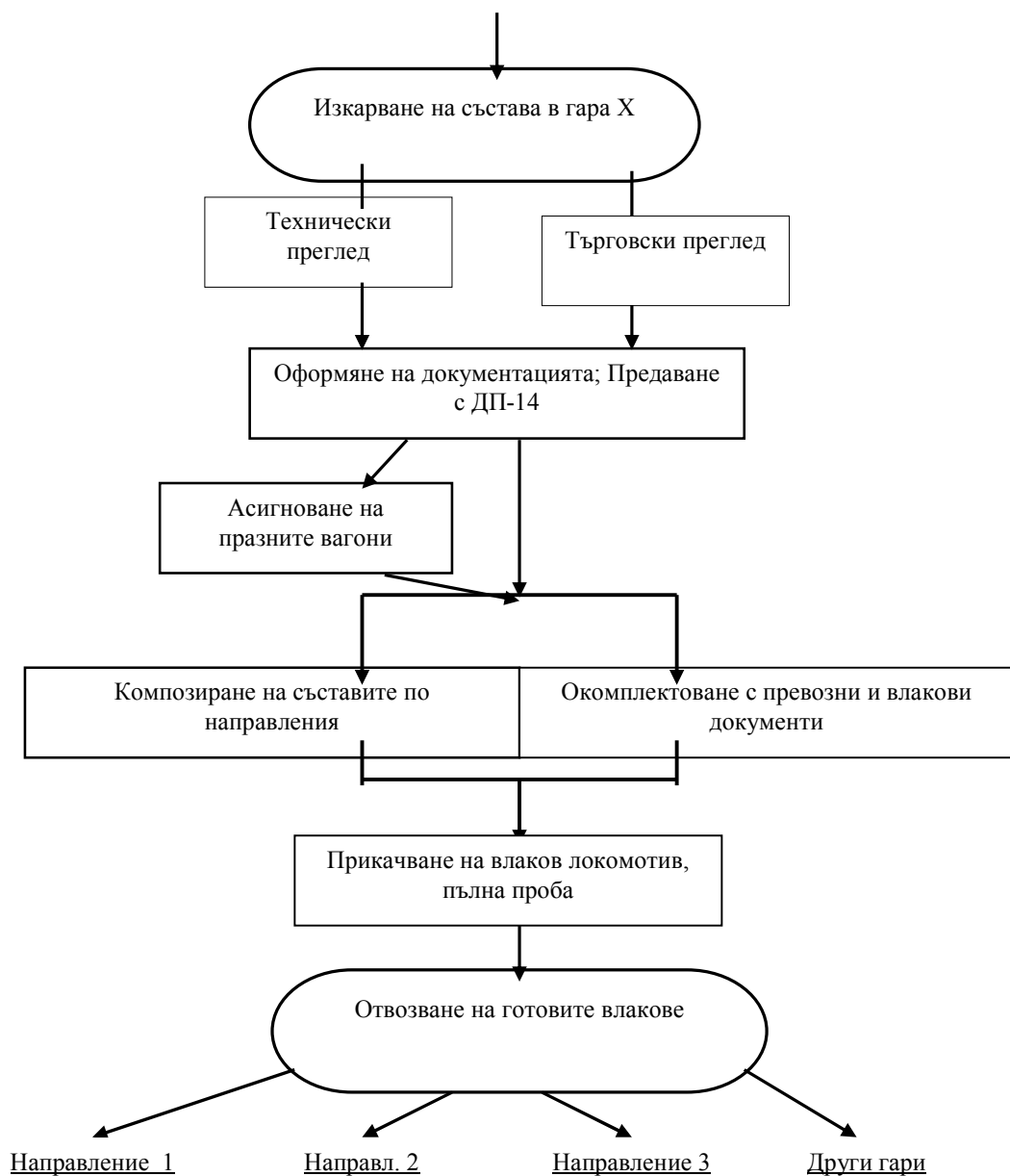
На база гореописаната функционална схема и структура на звеното от логистичната верига, както и операциите с товаропотоците (вагонопотоците) е представен пълния алгоритъм на дейностите, свързани с преработката в индустриалната зона и захранването на промишленото производство (промишлен транспорт).

Показан е пълния цикъл на работа от момента на постъпване, до момента на излизане от промишления обект с подвижния състав **Фиг.4** .

АЛГОРИТЪМ НА ПРОЦЕСА







Фиг. 4

3. Анализ на неуправляемите параметри влияещи върху работата на веригата (интензивност на входящия поток, неравномерности по интервал и обем на постъпване, продължителност на обработване на групите вагони и други.).

Статистическа информация за входящия и изходящ товаропоток на гара “ X “.

Гара “ X “ обслужва всички вертушни влакове с пълни и празни вагони. Вертушните влакови състави с кокс и желязна руда, пристигащи от пристанище се движат по националната железопътна мрежа. Вагоните в тези състави са с товар от САЩ, ЮАР и Венецуела като данните за пристигналите и заминали групи вагони са нанесени в *таблицы 1, 3 и 5*. Данните в тези таблици са взети от ДП-14 и се ползват за съставяне на функции за имитационен модел на процесите в гарата направен на програмен език GPSS.

Таблицы 1, 3 и 5 съдържат следните графи с информация.

- Пореден номер група.
- Брой вагони в групата.
- Дата на пристигане в гара “ X “.
- Час на пристигане в гара “ X “.
- Дата на която групата е подадена за разтоварване в “Y”.
- Час в който групата е подадена за разтоварване в “Y”.
- Дата на която групата е извадена след разтоварване в “Y”.
- Час в който групата е извадена след разтоварване в “ Y”.
- Дата на заминаване от гара “ X “.
- Час на заминаване от гара “ X “.

Таблицы 2, 4 и 6 съдържат следните графи с информация.

- Пореден номер група.
- Интервал на пристигане.
- Влиза в гарата в минута.
- Чака подаване.
- Интервал на подаване.
- Подава се в минута.
- Групата вагони се обработва (Разтоварване на вагонообръщателя)
- Чакане подаване + заминаване.
- Чака заминаване.
- Престой от влизане в гарата до напускането ѝ.

Данните в следващата таблица са взети от ДП-14 за пристигнали вагони с кокс от САЩ за периода от 18:00ч. на 01.Януари.1995г. до 18:00ч. на 01.Февруари.1995г.

Пристигащи вагони с Кокс от САЩ									
№	Брой вагони	Дата на пристигане	Час	Влязъл в ТРО	Час	Излязъл от ТРО	Час	Дата на заминаване	Час
1	31	02.Януари	12:50	02.Януари	15:50	02.Януари	19:30	03.Януари	01:00
2	19	02.Януари	23:30	03.Януари	00:15	03.Януари	03:30	03.Януари	05:30
3	31	03.Януари	07:20	03.Януари	14:40	03.Януари	20:40	04.Януари	03:30
4	30	03.Януари	22:00	04.Януари	02:00	04.Януари	04:15	04.Януари	11:30
5	26	04.Януари	04:30	04.Януари	09:00	04.Януари	13:45	04.Януари	18:00
6	30	04.Януари	14:40	04.Януари	22:00	05.Януари	00:50	05.Януари	05:00
7	26	05.Януари	05:00	05.Януари	09:00	05.Януари	13:00	05.Януари	23:00
8	30	05.Януари	07:50	05.Януари	21:00	06.Януари	00:30	06.Януари	12:30
9	26	05.Януари	13:50	06.Януари	04:45	06.Януари	07:40	06.Януари	10:30
10	30	05.Януари	21:50	06.Януари	12:10	06.Януари	16:30	06.Януари	21:00
11	29	06.Януари	08:50	06.Януари	16:40	06.Януари	19:00	07.Януари	04:00
12	25	06.Януари	20:00	07.Януари	01:50	07.Януари	05:40	07.Януари	16:00
13	30	07.Януари	00:50	07.Януари	06:50	07.Януари	10:00	07.Януари	16:00
14	30	07.Януари	09:50	08.Януари	02:15	08.Януари	04:25	08.Януари	13:00
15	18	07.Януари	12:10	08.Януари	14:00	08.Януари	16:30	08.Януари	21:30
16	30	07.Януари	22:20	08.Януари	09:30	08.Януари	12:00	08.Януари	13:00
17	30	08.Януари	09:00	09.Януари	00:40	09.Януари	04:00	09.Януари	07:00
18	24	08.Януари	12:30	09.Януари	00:40	09.Януари	04:00	09.Януари	07:00
19	30	09.Януари	07:30	09.Януари	14:00	09.Януари	17:30	09.Януари	22:00
20	30	09.Януари	13:20	09.Януари	22:00	10.Януари	00:40	10.Януари	04:00
21	29	10.Януари	07:20	10.Януари	21:00	11.Януари	00:20	11.Януари	02:00
22	29	10.Януари	07:40	10.Януари	12:20	10.Януари	17:00	11.Януари	18:00
23	31	10.Януари	13:20	11.Януари	04:40	11.Януари	07:20	11.Януари	09:00
24	29	10.Януари	21:50	11.Януари	11:15	11.Януари	13:30	11.Януари	15:30
25	30	11.Януари	07:30	11.Януари	18:00	11.Януари	21:40	11.Януари	23:00
26	25	11.Януари	12:20	12.Януари	01:15	12.Януари	04:25	12.Януари	15:30
27	31	11.Януари	22:00	12.Януари	01:15	12.Януари	04:25	12.Януари	15:30
28	30	12.Януари	07:40	12.Януари	10:50	12.Януари	13:15	12.Януари	16:50
29	30	12.Януари	08:00	12.Януари	14:30	12.Януари	19:00	12.Януари	22:00
30	25	12.Януари	16:20	12.Януари	22:50	13.Януари	04:15	13.Януари	12:20
31	28	13.Януари	13:30	13.Януари	17:00	13.Януари	19:40	13.Януари	23:00
32	26	13.Януари	22:20	14.Януари	04:00	14.Януари	06:15	14.Януари	12:00
33	5	14.Януари	07:40	14.Януари	14:25	14.Януари	18:25	14.Януари	19:00
34	11	14.Януари	12:10	15.Януари	02:00	15.Януари	06:00	15.Януари	10:00
35	15	14.Януари	13:00	15.Януари	10:00	15.Януари	12:30	15.Януари	14:00
36	2	14.Януари	23:10	15.Януари	01:30	16.Януари	05:30	16.Януари	05:30
37	14	15.Януари	05:20	16.Януари	09:20	16.Януари	18:30	16.Януари	22:10
38	9	15.Януари	08:20	15.Януари	13:15	15.Януари	18:00	16.Януари	14:00
39	14	15.Януари	12:35	16.Януари	09:20	16.Януари	18:30	16.Януари	22:10
40	11	16.Януари	01:20	17.Януари	02:30	17.Януари	08:30	17.Януари	10:00
41	6	16.Януари	04:50	16.Януари	15:40	17.Януари	06:30	17.Януари	10:30
42	24	16.Януари	09:00	16.Януари	21:00	17.Януари	20:40	18.Януари	03:30
43	3	16.Януари	10:30	17.Януари	07:00	17.Януари	14:00	17.Януари	18:30
44	10	17.Януари	07:00	18.Януари	00:40	19.Януари	01:40	19.Януари	05:00
45	15	17.Януари	13:30	17.Януари	14:30	19.Януари	04:50	19.Януари	12:00
46	11	18.Януари	07:40	18.Януари	09:15	20.Януари	22:00	21.Януари	00:40
47	5	18.Януари	12:00	18.Януари	13:00	19.Януари	01:00	19.Януари	02:30
48	2	18.Януари	15:30	19.Януари	14:40	19.Януари	19:30	21.Януари	03:00
49	7	19.Януари	04:20	19.Януари	18:50	21.Януари	11:00	21.Януари	13:00
50	17	19.Януари	17:50	20.Януари	12:50	22.Януари	10:30	22.Януари	16:00

51	21	20.Януари	05:00	22.Януари	03:30	22.Януари	06:20	22.Януари	16:00
52	18	20.Януари	11:20	20.Януари	20:30	20.Януари	22:50	21.Януари	13:30
53	12	20.Януари	21:50	21.Януари	13:15	21.Януари	14:30	21.Януари	20:00
54	11	21.Януари	11:50	21.Януари	12:50	22.Януари	10:30	23.Януари	00:50
55	30	22.Януари	07:50	22.Януари	10:40	24.Януари	08:30	24.Януари	15:30
56	30	22.Януари	10:20	22.Януари	11:20	23.Януари	08:30	23.Януари	10:00
57	28	22.Януари	22:10	26.Януари	10:40	26.Януари	17:10	26.Януари	20:30
58	30	23.Януари	00:10	24.Януари	14:00	25.Януари	00:50	25.Януари	02:30
59	29	23.Януари	07:50	23.Януари	08:50	28.Януари	21:40	28.Януари	23:30
60	29	23.Януари	13:40	27.Януари	02:30	28.Януари	11:00	28.Януари	18:00
61	29	23.Януари	14:20	23.Януари	15:20	23.Януари	18:00	24.Януари	16:00
62	28	23.Януари	23:30	24.Януари	09:30	25.Януари	12:00	26.Януари	01:00
63	24	24.Януари	04:20	25.Януари	17:40	25.Януари	20:50	27.Януари	18:00
64	28	24.Януари	13:05	24.Януари	14:00	24.Януари	20:00	25.Януари	12:00
65	28	24.Януари	23:10	25.Януари	12:50	25.Януари	17:00	26.Януари	01:00
66	23	25.Януари	04:40	25.Януари	21:30	26.Януари	03:00	27.Януари	04:30
67	29	25.Януари	07:40	26.Януари	21:50	28.Януари	04:00	28.Януари	05:00
68	30	25.Януари	13:30	26.Януари	07:50	26.Януари	10:20	26.Януари	11:00
69	29	25.Януари	22:05	27.Януари	02:20	27.Януари	08:00	27.Януари	10:30
70	31	26.Януари	12:10	26.Януари	16:00	28.Януари	00:10	28.Януари	05:00
71	31	27.Януари	09:10	27.Януари	10:10	27.Януари	16:20	28.Януари	17:00
72	31	28.Януари	13:40	29.Януари	03:40	29.Януари	08:20	29.Януари	10:30
73	30	29.Януари	00:30	29.Януари	03:40	29.Януари	08:00	29.Януари	15:30
74	31	29.Януари	07:50	29.Януари	18:00	29.Януари	21:00	31.Януари	02:30
75	28	29.Януари	12:20	29.Януари	21:40	30.Януари	00:40	31.Януари	02:30
76	29	30.Януари	06:40	30.Януари	13:50	30.Януари	19:40	01.Февруари	03:30
77	29	30.Януари	12:50	30.Януари	17:30	30.Януари	22:30	31.Януари	06:30
78	29	31.Януари	06:20	31.Януари	09:30	31.Януари	15:40	01.Февруари	18:20
79	30	31.Януари	07:30	31.Януари	16:10	31.Януари	20:40	02.Февруари	17:30
80	28	31.Януари	11:40	31.Януари	23:30	01.Февруари	08:30	02.Февруари	11:30
81	28	31.Януари	13:40	01.Февруари	03:30	01.Февруари	11:45	02.Февруари	11:00
82	31	01.Февруари	07:30	01.Февруари	17:40	01.Февруари	19:40	02.Февруари	18:00
83	29	01.Февруари	13:00	01.Февруари	20:40	02.Февруари	01:00	02.Февруари	21:00

Таблица:1

Данните в следващата таблица са получени въз основа на изчисления направени на база данните от горната таблица .

Пристигащи вагони с Кокс САЩ											
№	Интервал на Пристигане	Влиза в Гарата	Чака Подаване	Интервал на Подаване	Подава се	Обработка (Разтоварване на вагоне на вагон обръщане)		Подаване + Заминнава	Чака Заминнава	Престой от влизане в гарата до напускане то й	
	в часове	в мин.	в мин.	в часове	в минута	в часове	в мин.	в часове	в мин.	в часове	в мин.
1	10:40:00	1130	180	08:25	1310	3:40:00	220	8:30:00	330	12:10:00	730
2	7:50:00	1770	45	14:25	1815	3:15:00	195	2:45:00	120	6:00:00	360
3	14:40:00	2240	440	11:20	2680	6:00:00	360	14:10:00	410	20:10:00	1210
4	6:30:00	3120	240	07:00	3360	2:15:00	135	11:15:00	435	13:30:00	810
5	10:10:00	3510	270	13:00	3780	4:45:00	285	8:45:00	255	13:30:00	810
6	14:20:00	4120	440	11:00	4560	2:50:00	170	11:30:00	250	14:20:00	860

7	2:50:00	4980	240	12:00	5220	4:00:00	240	14:00:00	600	18:00:00	1080
8	6:00:00	5150	790	07:45	5940	3:30:00	210	25:10:00	720	28:40:00	1720
9	8:00:00	5510	895	07:25	6405	2:55:00	175	17:45:00	170	20:40:00	1240
10	11:00:00	5990	860	04:30	6850	4:20:00	260	18:50:00	270	23:10:00	1390
11	11:10:00	6650	470	09:10	7120	2:20:00	140	16:50:00	540	19:10:00	1150
12	4:50:00	7320	350	05:00	7670	3:50:00	230	16:10:00	620	20:00:00	1200
13	9:00:00	7610	360	19:25	7970	3:10:00	190	12:00:00	360	15:10:00	910
14	2:20:00	8150	985	07:15	9135	2:10:00	130	25:00:00	515	27:10:00	1630
15	10:10:00	8290	1550	10:40	9570	2:30:00	150	30:50:00	300	33:20:00	2000
16	10:40:00	8900	670	04:30	10210	2:30:00	150	12:10:00	60	14:40:00	880
17	3:30:00	9540	940	00:00	10480	3:20:00	200	18:40:00	180	22:00:00	1320
18	19:00:00	9750	730	13:20	10480	3:20:00	200	15:10:00	180	18:30:00	1110
19	5:50:00	10890	390	08:00	11280	3:30:00	210	11:00:00	270	14:30:00	870
20	18:00:00	11240	520	14:20	11760	2:40:00	160	12:00:00	200	14:40:00	880
21	0:20:00	12320	820	07:40	12320	3:20:00	200	15:20:00	100	18:40:00	1120
22	5:40:00	12340	280	08:40	12780	4:40:00	280	29:40:00	1500	34:20:00	2060
23	8:30:00	12680	920	06:35	13300	2:40:00	160	17:00:00	100	19:40:00	1180
24	9:40:00	13190	805	06:45	13695	2:15:00	135	15:25:00	120	17:40:00	1060
25	4:50:00	13770	630	07:15	14100	3:40:00	220	11:50:00	80	15:30:00	930
26	9:40:00	14060	775	00:00	14535	3:10:00	190	24:00:00	665	27:10:00	1630
27	9:40:00	14640	195	09:35	14535	3:10:00	190	14:20:00	665	17:30:00	1050
28	0:20:00	15220	190	03:40	15110	2:25:00	145	6:45:00	215	9:10:00	550
29	8:20:00	15240	390	08:20	15330	4:30:00	270	9:30:00	180	14:00:00	840
30	21:10:00	15740	390	18:10	15830	5:25:00	325	14:35:00	485	20:00:00	1200
31	8:50:00	17010	210	11:00	16920	2:40:00	160	6:50:00	200	9:30:00	570
32	9:20:00	17540	340	10:25	17580	2:15:00	135	11:25:00	345	13:40:00	820
33	4:30:00	18100	405	11:05	18205	4:00:00	240	7:20:00	35	11:20:00	680
34	0:50:00	18370	830	08:00	18870	4:00:00	240	17:50:00	240	21:50:00	1310
35	10:10:00	18420	1260	03:15	19350	2:30:00	150	22:30:00	90	25:00:00	1500
36	6:10:00	19030	140	00:30	19545	28:00:00	1680	2:20:00	0	30:20:00	1820
37	3:00:00	19400	1680	06:20	19575	9:10:00	550	31:40:00	220	40:50:00	2450
38	4:15:00	19580	295	20:05	19955	4:45:00	285	24:55:00	1200	29:40:00	1780
39	12:45:00	19835	1245	00:00	21160	9:10:00	550	24:25:00	220	33:35:00	2015
40	3:30:00	20600	1510	04:30	21160	6:00:00	360	26:40:00	90	32:40:00	1960
41	4:10:00	20810	650	05:20	21430	14:50:00	890	14:50:00	240	29:40:00	1780
42	1:30:00	21060	720	05:30	21750	23:40:00	1420	18:50:00	410	42:30:00	2550
43	20:30:00	21150	1230	07:30	22080	7:00:00	420	25:00:00	270	32:00:00	1920
44	6:30:00	22380	1060	08:35	22530	25:00:00	1500	21:00:00	200	46:00:00	2760
45	18:10:00	22770	60	10:10	23045	38:20:00	2300	8:10:00	430	46:30:00	2790
46	4:20:00	23860	95	03:45	23655	60:45:00	3645	4:15:00	160	65:00:00	3900
47	3:30:00	24120	60	01:40	23880	12:00:00	720	2:30:00	90	14:30:00	870
48	12:50:00	24330	1390	04:10	25420	4:50:00	290	54:40:00	1890	59:30:00	3570
49	13:30:00	25100	870	18:00	25670	40:10:00	2410	16:30:00	120	56:40:00	3400
50	11:10:00	25910	1140	14:40	26750	45:40:00	2740	24:30:00	330	70:10:00	4210
51	6:20:00	26580	2790	07:10	29070	2:50:00	170	56:10:00	580	59:00:00	3540
52	10:30:00	26960	550	16:20	29490	2:20:00	140	23:50:00	880	26:10:00	1570
53	14:00:00	27590	925	14:15	30470	1:15:00	75	20:55:00	330	22:10:00	1330
54	20:00:00	28430	60	00:25	31325	21:40:00	1300	15:20:00	860	37:00:00	2220
55	2:30:00	29630	170	00:40	31350	45:50:00	2750	9:50:00	420	55:40:00	3340
56	11:50:00	29780	60	21:30	31390	21:10:00	1270	2:30:00	90	23:40:00	1420
57	2:00:00	30490	5070	05:20	32680	6:30:00	390	87:50:00	200	94:20:00	5660
58	7:40:00	30610	2270	22:50	33000	10:50:00	650	39:30:00	100	50:20:00	3020
59	5:50:00	31070	60	06:30	34370	132:50:0	7970	2:50:00	110	135:40:0	8160

						0				0	
60	0:40:00	31420	5090	07:40	34760	32:30:00	1950	91:50:00	420	124:20:00	7460
61	9:10:00	31460	60	18:10	35220	2:40:00	160	23:00:00	1320	25:40:00	1540
62	4:50:00	32010	600	04:30	36310	26:30:00	1590	23:00:00	780	49:30:00	2970
63	8:45:00	32300	2240	03:50	36580	3:10:00	190	82:30:00	2710	85:40:00	5140
64	10:05:00	32825	55	00:00	36810	6:00:00	360	16:55:00	960	22:55:00	1375
65	5:30:00	33430	820	04:50	36810	4:10:00	250	21:40:00	480	25:50:00	1550
66	3:00:00	33760	1010	10:20	37100	5:30:00	330	42:20:00	1530	47:50:00	2870
67	5:50:00	33940	2290	04:30	37720	30:10:00	1810	39:10:00	60	69:20:00	4160
68	8:35:00	34290	1100	02:50	37990	2:30:00	150	19:00:00	40	21:30:00	1290
69	14:05:00	34805	1695	00:10	38160	5:40:00	340	30:45:00	150	36:25:00	2185
70	21:00:00	35650	230	05:50	38170	32:10:00	1930	8:40:00	290	40:50:00	2450
71	28:30:00	36910	60	17:30	38520	6:10:00	370	25:40:00	1480	31:50:00	1910
72	10:50:00	38620	840	00:00	41010	4:40:00	280	16:10:00	130	20:50:00	1250
73	7:20:00	39270	190	14:20	41010	4:20:00	260	10:40:00	450	15:00:00	900
74	4:30:00	39710	610	03:40	41870	3:00:00	180	39:40:00	1770	42:40:00	2560
75	18:20:00	39980	560	16:10	42090	3:00:00	180	35:10:00	1550	38:10:00	2290
76	6:10:00	41080	430	03:40	43060	5:50:00	350	39:00:00	1910	44:50:00	2690
77	17:30:00	41450	280	16:00	43280	5:00:00	300	12:40:00	480	17:40:00	1060
78	1:10:00	42500	190	06:40	44240	6:10:00	370	29:50:00	1600	36:00:00	2160
79	4:10:00	42570	520	07:20	44640	4:30:00	270	53:30:00	2690	58:00:00	3480
80	2:00:00	42820	710	04:00	45080	9:00:00	540	38:50:00	1620	47:50:00	2870
81	17:50:00	42940	830	14:10	45320	8:15:00	495	37:05:00	1395	45:20:00	2720
82	5:30:00	44010	610	03:00	46170	2:00:00	120	32:30:00	1340	34:30:00	2070
83		44340	460	00:00	46350	4:20:00	260	27:40:00	1200	32:00:00	1920

Таблица: 2

На база получените данни в *таблица 2* се съставят следните функции които се ползват при имитационното моделиране на процесите в гарата:

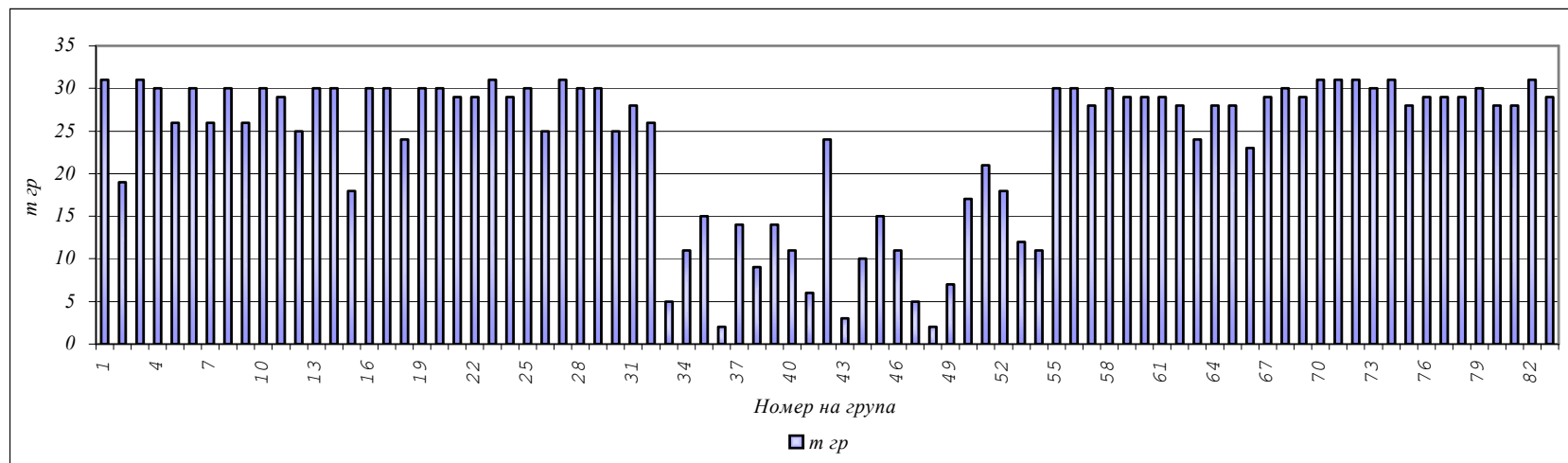
- Функция на входящия поток *Interval/VходUSA*:
- Функция на обслужването *Obs/USA*:

На база данни от *таблицы 1 и 2* са изчертани следните графики:

- неравномерността на m_{ep} ;
- неравномерността на интервалите на пристигащите групи вагони:
- неравномерността на времето за обслужване на съответната група вагони;

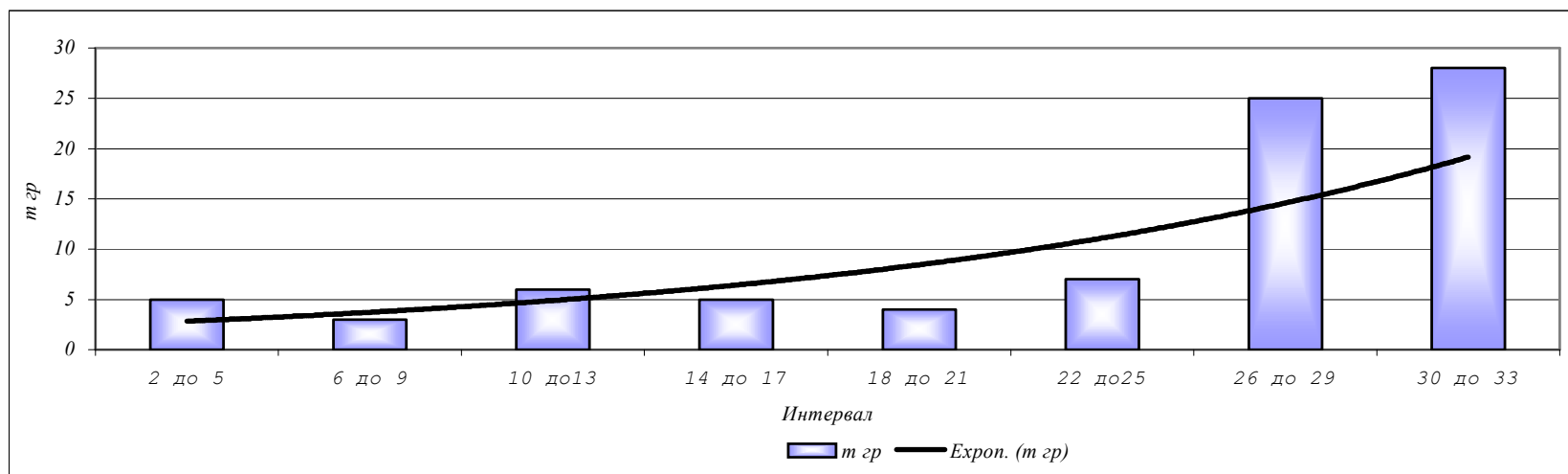
От хистограмите на *фигури 6 , 8 и 10* се вижда, че закона за разпределение на входящия поток е *Ерлангов*, а на времето за обслужване *Експоненциален*.

Неравномерност на големината на групите $m_{гр}$



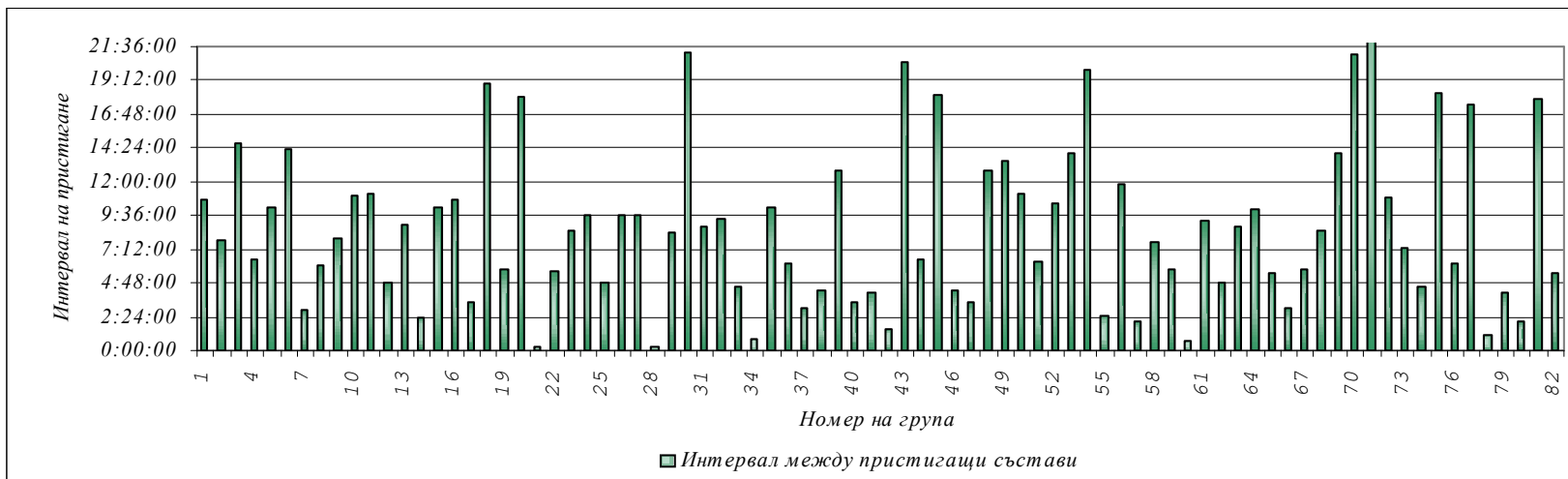
Фиг. 5

Хистограма на разпределението на $m_{гр}$



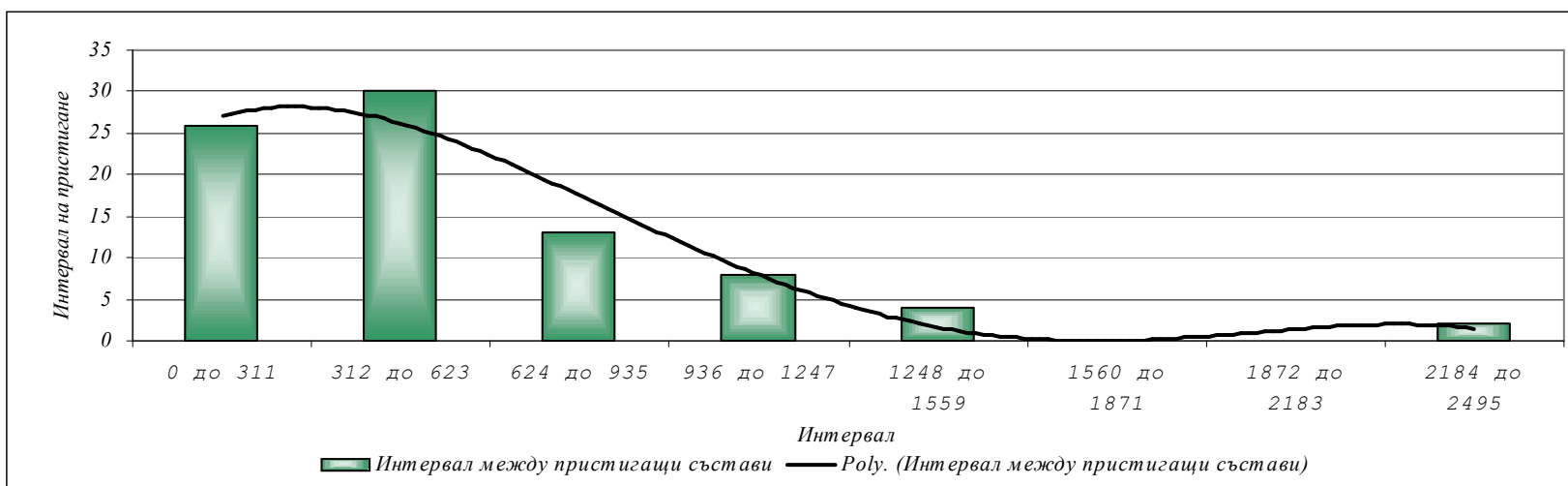
Фиг. 6

Неравномерност на Интервала на пристигане на групите вагони



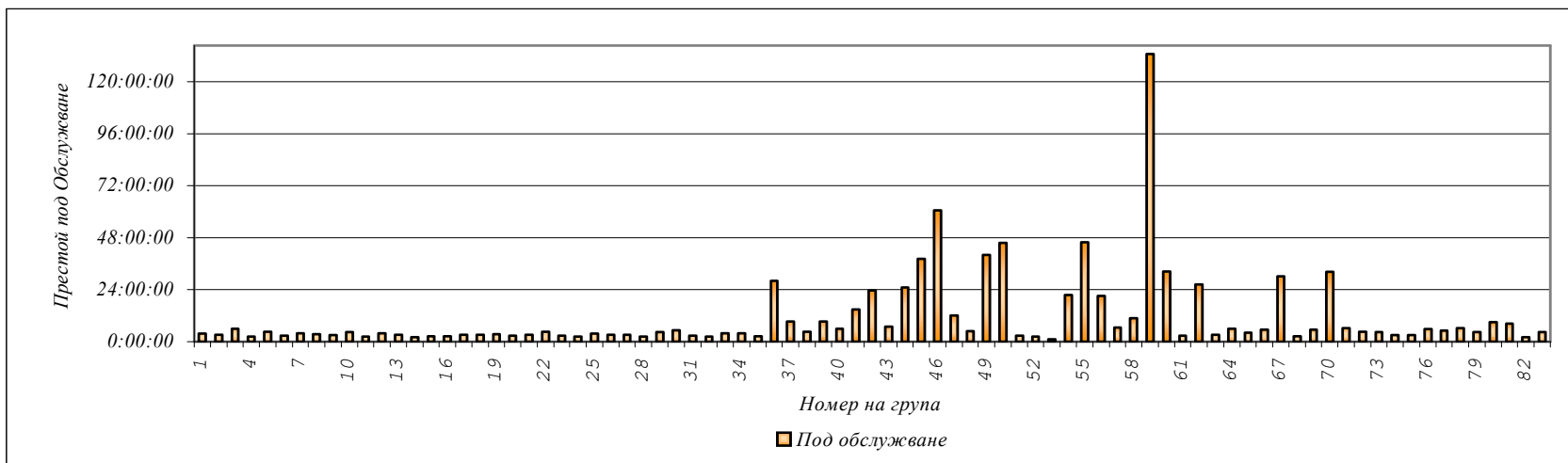
Фиг. 7

Хистограма на разпределението на Интервала на пристигане на групите вагони



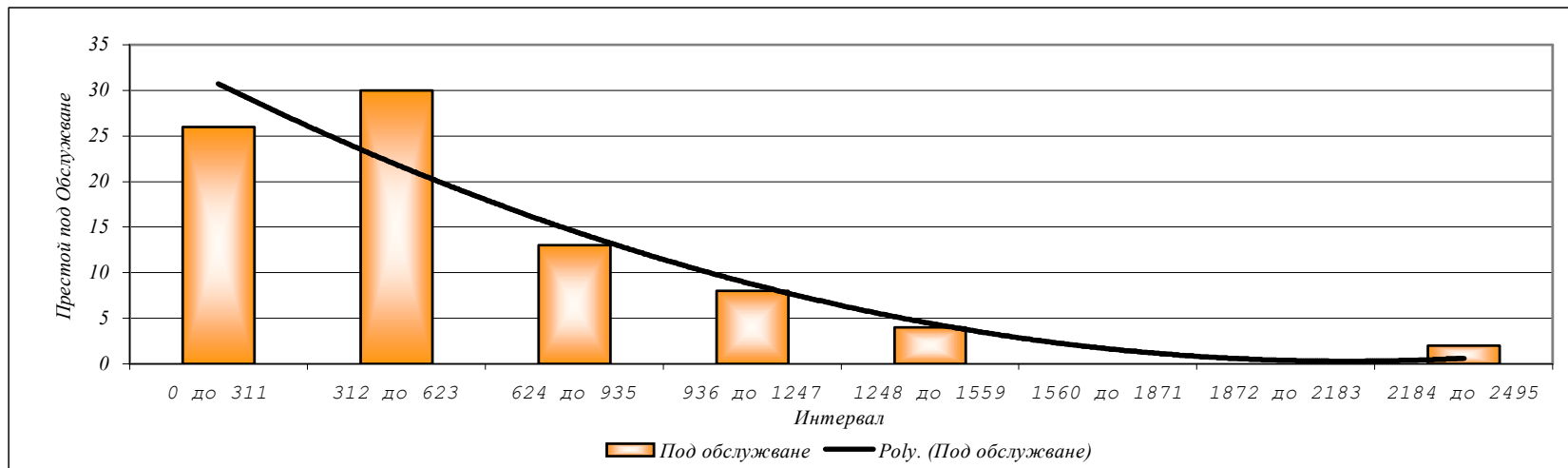
Фиг. 8

Неравномерност на Времето за обслужване на групата вагони



Фиг. 9

Хистограма на разпределението на Времето за обслужване на групата вагони



Фиг. 10

Данните в следващата *таблица 3* са взети от ДП-14 за пристигнали вагони с *шихта* от ЮАР за периода от 18:00ч. на 01.Януари.1995г. до 18:00ч. на 01.Февруари.1995г.

Пристигащи вагони с Шихта от ЮАР									
№	Брой вагони	Дата на пристигане	Час	Влязъл в ТРО	Час	Излязъл от ТРО	Час	Дата на заминаване	Час
1	22	02.Януари	08:50	02.Януари	09:50	02.Януари	18:50	03.Януари	01:00
2	11	02.Януари	23:30	03.Януари	00:10	03.Януари	01:40	03.Януари	05:30
3	22	03.Януари	12:40	03.Януари	13:40	04.Януари	04:00	04.Януари	11:30
4	17	04.Януари	08:30	04.Януари	09:30	04.Януари	17:30	04.Януари	18:00
5	14	04.Януари	13:10	05.Януари	03:00	05.Януари	17:40	05.Януари	22:30
6	22	05.Януари	08:30	05.Януари	10:00	06.Януари	10:00	07.Януари	04:30
7	29	05.Януари	13:40	05.Януари	20:15	07.Януари	13:00	07.Януари	14:00
8	16	06.Януари	09:00	06.Януари	22:30	07.Януари	18:20	07.Януари	23:00
9	6	09.Януари	22:10	11.Януари	05:30	11.Януари	08:20	11.Януари	09:00
10	10	11.Януари	04:30	12.Януари	21:00	13.Януари	07:15	13.Януари	09:30
11	23	11.Януари	07:20	12.Януари	01:40	12.Януари	18:50	12.Януари	21:00
12	16	11.Януари	13:40	11.Януари	20:30	12.Януари	00:50	12.Януари	02:30
13	21	12.Януари	12:50	13.Януари	10:50	14.Януари	02:50	14.Януари	12:00
14	28	12.Януари	22:10	13.Януари	13:30	14.Януари	17:30	14.Януари	23:00
15	24	13.Януари	04:40	13.Януари	05:10	13.Януари	17:10	13.Януари	19:00
16	17	13.Януари	08:20	13.Януари	16:00	14.Януари	12:50	14.Януари	23:30
17	29	14.Януари	08:00	15.Януари	14:20	15.Януари	17:50	15.Януари	22:30
18	29	15.Януари	07:40	15.Януари	14:20	15.Януари	17:50	15.Януари	22:30
19	29	15.Януари	13:30	16.Януари	05:20	16.Януари	12:00	16.Януари	13:00
20	25	17.Януари	04:50	17.Януари	09:00	18.Януари	23:00	19.Януари	02:30
21	28	17.Януари	11:40	18.Януари	10:00	19.Януари	12:20	19.Януари	16:00
22	3	18.Януари	07:50	18.Януари	08:50	24.Януари	05:00	24.Януари	10:00
23	10	18.Януари	13:00	19.Януари	14:30	21.Януари	18:00	22.Януари	03:00
24	9	19.Януари	07:30	19.Януари	09:00	19.Януари	17:30	19.Януари	18:00
25	21	19.Януари	08:10	19.Януари	12:10	19.Януари	17:30	19.Януари	18:00
26	11	19.Януари	13:40	20.Януари	17:30	21.Януари	14:30	22.Януари	04:50
27	28	19.Януари	22:10	19.Януари	23:00	20.Януари	10:40	20.Януари	11:00
28	29	20.Януари	07:20	21.Януари	14:00	23.Януари	02:50	23.Януари	04:30
29	4	20.Януари	21:50	21.Януари	08:30	22.Януари	20:20	23.Януари	00:40
30	6	21.Януари	07:30	21.Януари	08:30	22.Януари	20:20	23.Януари	00:40
31	25	21.Януари	12:50	21.Януари	13:50	23.Януари	13:50	23.Януари	14:30
32	22	27.Януари	14:10	27.Януари	15:10	27.Януари	22:00	27.Януари	0:00
33	21	28.Януари	06:10	28.Януари	10:10	28.Януари	13:30	28.Януари	16:30
34	25	28.Януари	11:40	28.Януари	12:40	28.Януари	18:00	29.Януари	10:30
35	22	29.Януари	04:10	29.Януари	04:30	29.Януари	11:00	29.Януари	13:30
36	29	29.Януари	07:40	29.Януари	11:30	29.Януари	15:30	29.Януари	17:30
37	24	29.Януари	11:50	29.Януари	17:30	29.Януари	18:00	30.Януари	03:00
38	29	29.Януари	21:40	29.Януари	22:30	30.Януари	13:30	30.Януари	16:00
39	24	30.Януари	04:40	30.Януари	05:10	30.Януари	10:20	30.Януари	14:45
40	29	30.Януари	07:40	30.Януари	11:00	30.Януари	13:50	30.Януари	14:45
41	25	30.Януари	11:30	30.Януари	14:20	30.Януари	17:45	30.Януари	23:30

42	29	30.Януари	22:40	30.Януари	23:30	31.Януари	02:10	31.Януари	06:30
43	26	31.Януари	01:20	31.Януари	03:10	31.Януари	06:00	31.Януари	16:30
44	23	31.Януари	04:50	31.Януари	06:50	31.Януари	10:00	31.Януари	12:30
45	29	31.Януари	08:40	31.Януари	11:00	31.Януари	21:00	31.Януари	22:50
46	3	31.Януари	08:50	31.Януари	22:20	01.Февруари	11:00	01.Февруари	11:30
47	29	31.Януари	22:20	31.Януари	22:20	01.Февруари	11:00	01.Февруари	11:30
48	24	01.Февруари	04:40	01.Февруари	11:30	01.Февруари	14:40	01.Февруари	15:00
49	29	01.Февруари	07:50	01.Февруари	07:50	01.Февруари	17:30	01.Февруари	23:30
50	25	01.Февруари	12:00	01.Февруари	14:40	01.Февруари	17:00	01.Февруари	18:00

Таблица:3

Данните в следващата таблица са получени въз основа на изчисления направени на база данните от горната таблица.

Прстигащи вагони с Шихта от ЮАР											
№	Интервал на Пристигане	Влиза в Гарата	Чака Подаване	Интервал на Подаване	Подава се	Обработка (Разтоварва не на вагони обръщател я)		Чакане + Подаване + Заминване	Чака Заминване	Престой от влизане в гарата до напускането й	
	в часове	в мин.	в мин.	в часове	в минута	в часове	в мин.	в часове	в мин.	в часове	в мин.
1	14:40:00	890	60	14:20	950	9:00:00	540	7:10:00	370	16:10:00	970
2	13:10:00	1770	40	13:30	1810	1:30:00	90	4:30:00	230	6:00:00	360
3	19:50:00	2560	60	19:50	2620	14:20:00	860	8:30:00	450	22:50:00	1370
4	4:40:00	3750	60	17:30	3810	8:00:00	480	1:30:00	30	9:30:00	570
5	19:20:00	4030	830	07:00	4860	14:40:00	880	18:40:00	290	33:20:00	2000
6	5:10:00	5190	90	10:15	5280	24:00:00	1440	20:00:00	1110	44:00:00	2640
7	19:20:00	5500	395	02:15	5895	40:45:00	2445	7:35:00	60	48:20:00	2900
8	85:10:00	6660	810	07:00	7470	19:50:00	1190	18:10:00	280	38:00:00	2280
9	30:20:00	11770	1880	15:00	13650	2:50:00	170	32:00:00	40	34:50:00	2090
10	2:50:00	13590	2430	08:10	14550	10:15:00	615	42:45:00	135	53:00:00	3180
11	6:20:00	13760	1100	19:20	15040	17:10:00	1030	20:30:00	130	37:40:00	2260
12	23:10:00	14140	410	05:10	16200	4:20:00	260	8:30:00	100	12:50:00	770
13	9:20:00	15530	1320	02:40	16510	16:00:00	960	31:10:00	550	47:10:00	2830
14	6:30:00	16090	920	02:30	16670	28:00:00	1680	20:50:00	330	48:50:00	2930
15	3:40:00	16480	30	05:40	16820	12:00:00	720	2:20:00	110	14:20:00	860
16	23:40:00	16700	460	22:20	17160	20:50:00	1250	18:20:00	640	39:10:00	2350
17	23:40:00	18120	1820	15:00	19940	3:30:00	210	35:00:00	280	38:30:00	2310
18	5:50:00	19540	400	00:00	20840	3:30:00	210	11:20:00	280	14:50:00	890
19	39:20:00	19890	950	03:40	20840	6:40:00	400	16:50:00	60	23:30:00	1410
20	6:50:00	22250	250	23:50	22500	38:00:00	2280	7:40:00	210	45:40:00	2740
21	20:10:00	22660	1340	23:00	23930	26:20:00	1580	26:00:00	220	52:20:00	3140
22	5:10:00	23870	60	01:10	25310	140:10:00	8410	6:00:00	300	146:10:00	8770
23	18:30:00	24180	1530	08:30	25380	51:30:00	3090	34:30:00	540	86:00:00	5160
24	0:40:00	25290	90	03:10	25890	8:30:00	510	2:00:00	30	10:30:00	630
25	5:30:00	25330	240	02:20	26080	5:20:00	320	4:30:00	30	9:50:00	590
26	8:30:00	25660	1670	15:00	26220	21:00:00	1260	42:10:00	860	63:10:00	3790

27	9:10:00	26170	50	18:30	27120	11:40:00	700	1:10:00	20	12:50:00	770
28	14:30:00	26720	1840	01:10	28230	36:50:00	2210	32:20:00	100	69:10:00	4150
29	9:40:00	27590	640	05:20	36940	35:50:00	2150	15:00:00	260	50:50:00	3050
30	5:20:00	28170	60	00:00	37260	35:50:00	2150	5:20:00	260	41:10:00	2470
31	145:20:00	28490	60	00:10	37260	48:00:00	2880	1:40:00	40	49:40:00	2980
32	16:00:00	37210	60	19:00	37270	6:50:00	410	3:00:00	120	9:50:00	590
33	5:30:00	38170	240	02:30	38410	3:20:00	200	7:00:00	180	10:20:00	620
34	16:30:00	38500	60	15:50	38560	5:20:00	320	17:30:00	990	22:50:00	1370
35	3:30:00	39490	20	07:00	39510	6:30:00	390	2:50:00	150	9:20:00	560
36	4:10:00	39700	230	06:00	39930	4:00:00	360	5:50:00	120	9:50:00	470
37	9:50:00	39950	340	05:00	40290	0:30:00	30	14:40:00	540	15:10:00	910
38	7:00:00	40540	50	06:40	40590	15:00:00	900	3:20:00	150	18:20:00	1100
39	3:00:00	40960	30	05:50	40990	5:10:00	310	4:55:00	265	10:05:00	605
40	3:50:00	41140	200	03:20	41340	2:50:00	170	4:15:00	55	7:05:00	425
41	11:10:00	41370	170	09:10	41540	3:25:00	205	8:35:00	345	12:00:00	720
42	2:40:00	42040	50	03:40	42090	2:40:00	160	5:10:00	260	7:50:00	470
43	3:30:00	42200	110	03:40	42310	2:50:00	170	12:20:00	630	15:10:00	910
44	3:50:00	42410	120	04:10	42530	3:10:00	190	4:30:00	150	7:40:00	460
45	0:10:00	42640	140	11:20	42780	10:00:00	600	4:10:00	110	14:10:00	850
46	13:30:00	42650	810	09:30	43460	12:40:00	760	14:00:00	30	26:40:00	1600
47	6:20:00	43460	0	00:00	44030	12:40:00	760	0:30:00	30	13:10:00	790
48	3:10:00	43840	410	03:10	44030	3:10:00	190	7:10:00	20	10:20:00	620
49	4:10:00	44030	0	03:40	44220	9:40:00	580	6:00:00	360	15:40:00	940
50		44280	160	00:00	44440	2:20:00	140	3:40:00	60	6:00:00	360

Таблица: 4

На база получените данни в *таблица 4* се съставят следните функции които се ползват при имитационното моделиране на процесите в гарата:

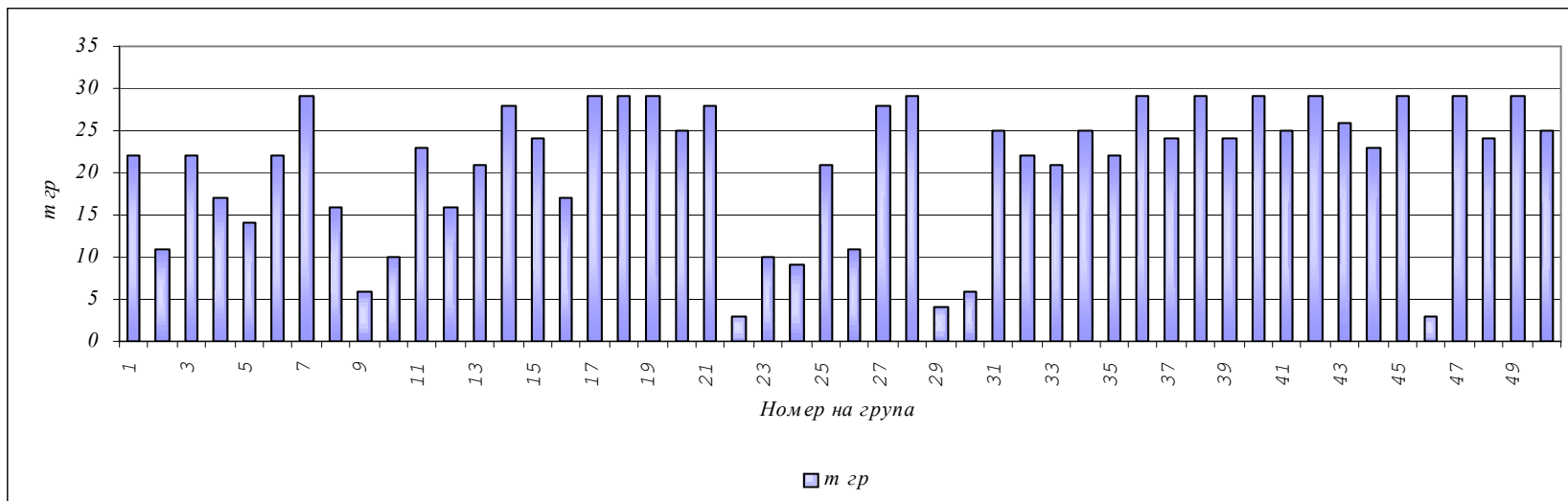
- Функция на входящия поток *IntervalVходJUAR*:
- Функция на обслужването *ObslJUAR*:

На база данни от *таблицы 3 и 4* са изчертани следните графики:

- неравномерността на m_{ep} ;
- неравномерността на интервалите на пристигащите групи вагони:
- неравномерността на времето за обслужване на съответната група вагони;

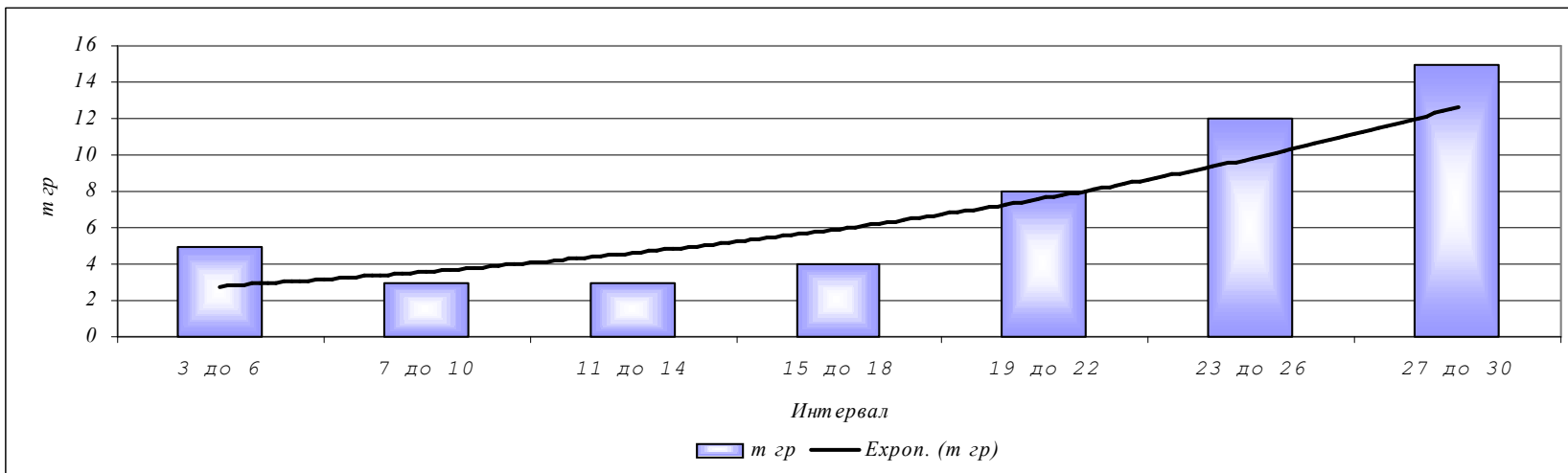
От хистограмите на *фигури 12 , 14 и 16* се вижда, че закона за разпределение на входящия поток е *Експоненциален*, а на времето за обслужване е *Експоненциален*.

Неравномерност на големината на групите $m_{гр}$



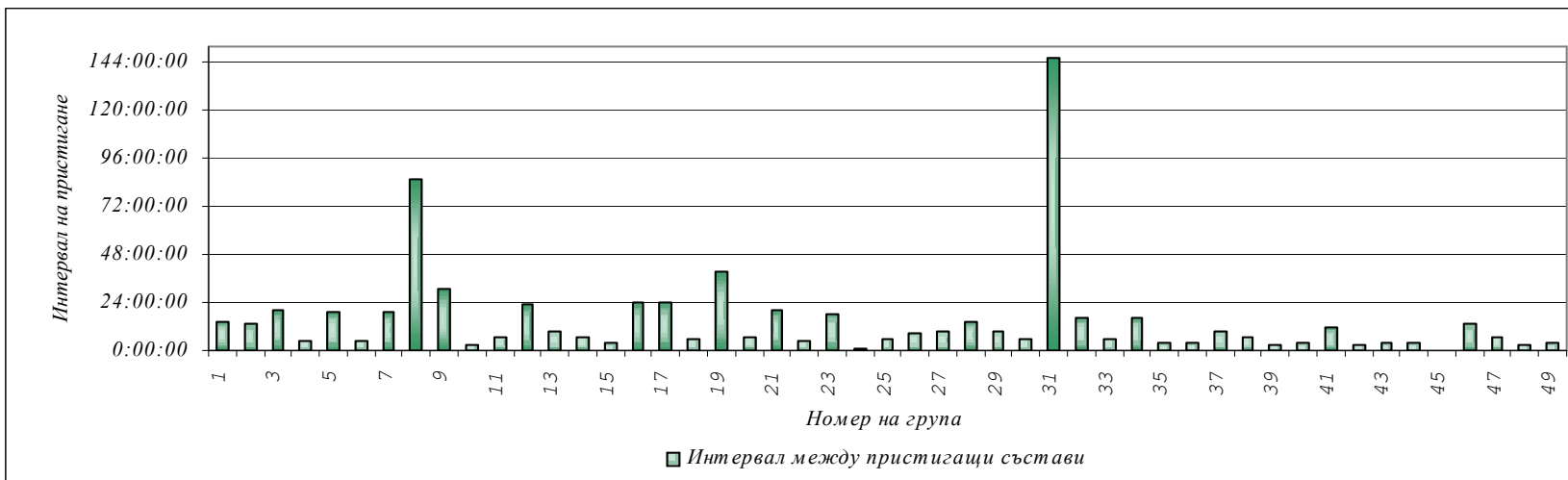
Фиг. 11

Хистограма на разпределението на $m_{гр}$



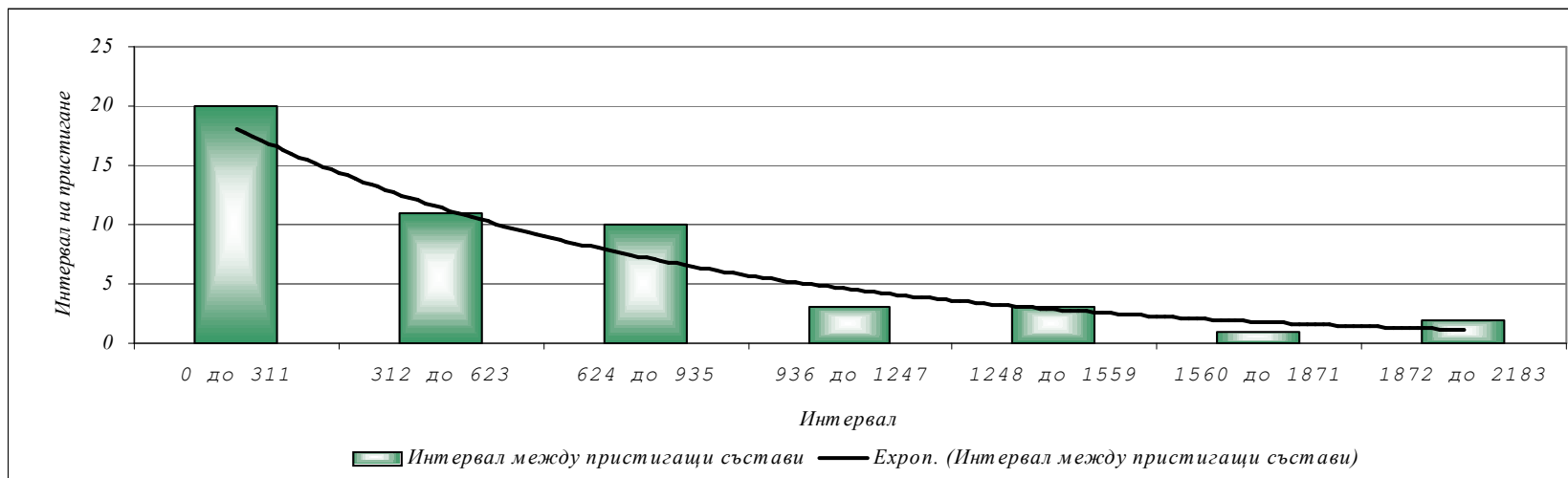
Фиг. 12

Неравномерност на Интервала на пристигане на групите вагони



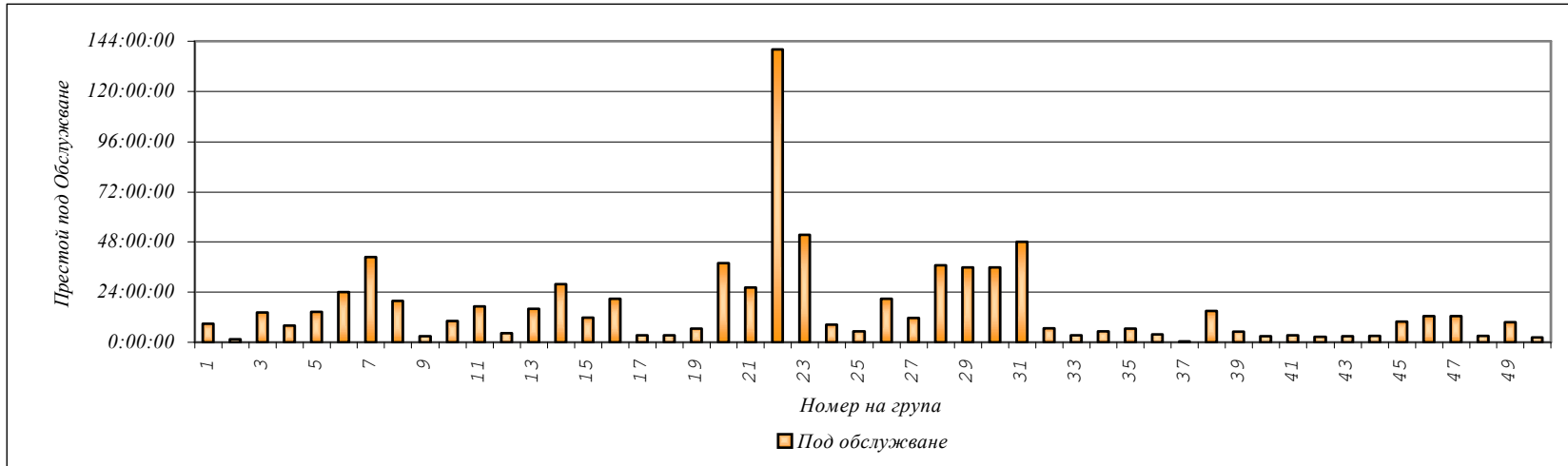
Фиг. 13

Хистограма на разпределението на Интервала на пристигане на групите вагони



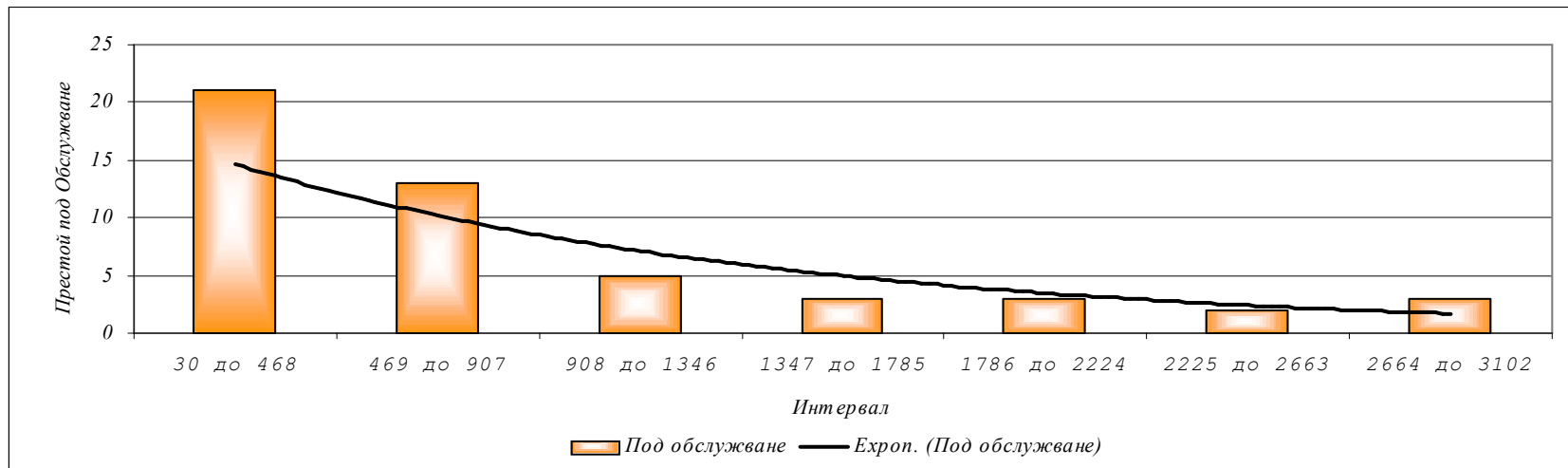
Фиг.14

Неравномерност на Времето за обслужване на групата вагони



Фиг. 15

Хистограма на разпределението на Времето за обслужване на групата вагони



Фиг. 16

Данните в следващата таблица са взети от ДП-14 за пристигнали вагони с желязна Руда от Венецуела за периода от 18:00ч. на 01.Януари.1995г. до 18:00ч. на 01.Февруари.1995г.

Пристигащи вагони с Желязна Руда от Венецуела									
№	Брой вагони	Дата на пристигане	Час	Влязъл в ТРО	Час	Излязъл от ТРО	Час	Дата на заминаване	Час
1	7	03.Януари	12:40	03.Януари	13:40	04.Януари	04:00	04.Януари	11:30
2	8	04.Януари	08:30	04.Януари	12:40	04.Януари	20:15	05.Януари	03:00
3	15	04.Януари	13:10	05.Януари	03:00	05.Януари	17:40	05.Януари	22:30
4	29	04.Януари	23:40	05.Януари	00:40	06.Януари	08:30	06.Януари	13:00
5	4	05.Януари	08:30	05.Януари	09:30	06.Януари	13:30	06.Януари	15:00
6	3	05.Януари	13:50	05.Януари	14:50	06.Януари	13:30	06.Януари	15:00
7	25	06.Януари	04:20	06.Януари	19:30	07.Януари	06:00	07.Януари	11:30
8	15	06.Януари	09:00	06.Януари	19:30	07.Януари	06:00	07.Януари	24:00
9	29	07.Януари	05:50	08.Януари	08:30	08.Януари	23:30	09.Януари	05:00
10	18	07.Януари	07:20	08.Януари	02:40	08.Януари	11:30	08.Януари	21:30
11	8	07.Януари	12:10	07.Януари	23:45	08.Януари	11:30	08.Януари	13:00
12	29	07.Януари	12:50	08.Януари	13:45	09.Януари	06:00	09.Януари	10:50
13	26	08.Януари	06:40	08.Януари	16:15	08.Януари	19:10	08.Януари	21:30
14	3	08.Януари	07:00	08.Януари	16:30	09.Януари	18:10	10.Януари	04:30
15	29	08.Януари	10:50	09.Януари	00:10	10.Януари	14:30	10.Януари	22:00
16	29	08.Януари	13:50	10.Януари	05:00	10.Януари	10:30	10.Януари	22:00
17	29	09.Януари	03:40	10.Януари	22:30	11.Януари	02:15	11.Януари	13:00
18	29	09.Януари	06:30	11.Януари	16:00	12.Януари	08:40	12.Януари	16:00
19	22	09.Януари	22:10	11.Януари	08:30	11.Януари	16:50	12.Януари	10:10
20	29	10.Януари	04:40	11.Януари	20:30	12.Януари	14:30	12.Януари	16:45
21	24	10.Януари	12:10	11.Януари	12:00	11.Януари	20:00	11.Януари	21:30
22	15	11.Януари	04:30	12.Януари	21:00	13.Януари	07:15	13.Януари	09:30
23	6	11.Януари	07:20	12.Януари	01:40	12.Януари	18:50	12.Януари	21:00
24	14	11.Януари	13:40	11.Януари	20:30	12.Януари	00:50	12.Януари	12:30
25	25	12.Януари	04:10	13.Януари	01:10	13.Януари	14:00	13.Януари	19:30
26	4	12.Януари	12:50	13.Януари	23:15	15.Януари	03:30	15.Януари	04:30
27	26	18.Януари	07:50	18.Януари	08:50	24.Януари	05:00	24.Януари	10:00
28	17	18.Януари	13:00	19.Януари	17:30	21.Януари	04:30	21.Януари	06:30
29	20	19.Януари	07:30	19.Януари	09:30	19.Януари	17:30	19.Януари	18:00
30	8	19.Януари	08:10	19.Януари	12:10	19.Януари	17:30	19.Януари	18:00
31	9	19.Януари	13:40	19.Януари	14:30	21.Януари	21:00	22.Януари	04:50
32	10	20.Януари	07:20	21.Януари	14:00	23.Януари	14:00	23.Януари	15:30
33	12	20.Януари	21:50	20.Януари	22:30	21.Януари	09:00	21.Януари	16:30
34	23	21.Януари	07:30	21.Януари	08:30	22.Януари	04:00	23.Януари	00:40
35	14	21.Януари	11:50	21.Януари	12:50	24.Януари	09:00	24.Януари	10:00
36	5	21.Януари	12:50	21.Януари	13:50	23.Януари	13:30	23.Януари	14:30
37	27	21.Януари	22:30	21.Януари	23:30	23.Януари	13:30	23.Януари	21:30
38	25	22.Януари	05:50	22.Януари	06:50	23.Януари	15:50	23.Януари	22:00
39	24	22.Януари	12:00	26.Януари	16:00	26.Януари	20:40	26.Януари	23:40
40	25	23.Януари	04:20	23.Януари	05:20	25.Януари	07:20	25.Януари	08:30
41	28	23.Януари	11:40	23.Януари	22:40	25.Януари	04:30	25.Януари	08:30
42	25	23.Януари	12:10	23.Януари	13:10	25.Януари	02:30	25.Януари	03:30

43	28	24.Януари	08:00	25.Януари	11:30	25.Януари	15:20	25.Януари	15:40
44	29	24.Януари	08:20	25.Януари	11:30	25.Януари	15:20	25.Януари	15:40
45	28	25.Януари	08:10	25.Януари	21:00	26.Януари	09:00	26.Януари	10:30
46	25	25.Януари	12:10	25.Януари	16:00	25.Януари	20:45	26.Януари	00:30
47	29	26.Януари	07:50	26.Януари	08:30	26.Януари	13:40	26.Януари	15:30
48	29	26.Януари	08:20	26.Януари	17:10	26.Януари	23:00	26.Януари	23:30
49	5	27.Януари	14:10	27.Януари	15:10	27.Януари	22:00	27.Януари	24:00:00
50	9	28.Януари	06:10	28.Януари	07:10	28.Януари	10:30	28.Януари	16:30
51	3	29.Януари	04:10	29.Януари	04:30	29.Януари	11:00	29.Януари	13:30
52	2	31.Януари	04:50	31.Януари	06:50	31.Януари	10:00	31.Януари	12:30

Таблица: 5

Данните в следващата таблица са получени въз основа на изчисления направени на база данните от горната таблица.

Прстигащи вагони с Желязна Руда от Венецуела											
№	Интервал на Прстигаене	Влиза в Гарата	Чака Подаване	Интервал на Подаване	Подава се	Обработка (Разтоварва не на вагони обръщател я)		Чакане Подаване + Заминване	Чака Заминване	Престой от влизане в гарата до напускането ѝ	
	в часове	в мин.	в мин.	в часове	в минута	в часове	в мин.	в часове	в мин.	в часове	в мин.
1	19:50:00	2560	60	23:00	2620	14:20:00	860	8:30:00	450	22:50:00	1370
2	4:40:00	3750	250	12:00	4000	7:35:00	455	10:55:00	405	18:30:00	1110
3	10:30:00	4030	830	06:30	4720	14:40:00	880	18:40:00	290	33:20:00	2000
4	8:50:00	4660	60	02:20	5110	31:50:00	1910	5:30:00	270	37:20:00	2240
5	5:20:00	5190	60	05:20	5250	28:00:00	1680	2:30:00	90	30:30:00	1830
6	14:30:00	5510	60	04:40	5570	22:40:00	1360	2:30:00	90	25:10:00	1510
7	4:40:00	6380	910	00:00	7290	10:30:00	630	20:40:00	330	31:10:00	1870
8	20:50:00	6660	630	04:15	7290	10:30:00	630	28:30:00	1080	39:00:00	2340
9	1:30:00	7910	1600	05:15	8985	15:00:00	900	32:10:00	330	47:10:00	2830
10	4:50:00	8000	1160	05:50	9300	8:50:00	530	29:20:00	600	38:10:00	2290
11	0:40:00	8290	695	02:55	9650	11:45:00	705	13:05:00	90	24:50:00	1490
12	17:50:00	8330	1495	02:30	9825	16:15:00	975	29:45:00	290	46:00:00	2760
13	0:20:00	9400	575	00:15	9975	2:55:00	175	11:55:00	140	14:50:00	890
14	3:50:00	9420	570	07:40	9990	25:40:00	1540	19:50:00	620	45:30:00	2730
15	3:00:00	9650	800	04:50	10450	38:20:00	2300	20:50:00	450	59:10:00	3550
16	13:50:00	9830	2350	17:30	12180	5:30:00	330	50:40:00	690	56:10:00	3370
17	2:50:00	10660	2570	10:00	13230	3:45:00	225	53:35:00	645	57:20:00	3440
18	15:40:00	10830	3450	04:30	13830	16:40:00	1000	64:50:00	440	81:30:00	4890
19	6:30:00	11770	2060	03:30	14100	8:20:00	500	51:40:00	1040	60:00:00	3600
20	7:30:00	12160	2390	05:10	14310	18:00:00	1080	42:05:00	135	60:05:00	3605
21	16:20:00	12610	1430	04:00	14620	8:00:00	480	25:20:00	90	33:20:00	2000
22	2:50:00	13590	2430	04:10	14860	10:15:00	615	42:45:00	135	53:00:00	3180
23	6:20:00	13760	1100	19:20	15110	17:10:00	1030	20:30:00	130	37:40:00	2260
24	14:30:00	14140	410	00:00	16270	4:20:00	260	18:30:00	700	22:50:00	1370
25	8:40:00	15010	1260	22:05	16270	12:50:00	770	26:30:00	330	39:20:00	2360
26	139:00:00	15530	2065	09:35	17595	28:15:00	1695	35:25:00	60	63:40:00	3820
27	5:10:00	23870	60	00:40	23930	140:10:0	8410	6:00:00	300	146:10:0	8770

						0				0	
28	18:30:00	24180	1710	05:00	25410	35:00:00	2100	30:30:00	120	65:30:00	3930
29	0:40:00	25290	120	02:40	27150	8:00:00	480	2:30:00	30	10:30:00	630
30	5:30:00	25330	240	02:20	27310	5:20:00	320	4:30:00	30	9:50:00	590
31	17:40:00	25660	50	03:00	27450	54:30:00	3270	8:40:00	470	63:10:00	3790
32	14:30:00	26720	1840	09:30	27630	48:00:00	2880	32:10:00	90	80:10:00	4810
33	9:40:00	27590	40	10:00	28200	10:30:00	630	8:10:00	450	18:40:00	1120
34	4:20:00	28170	60	04:20	28800	19:30:00	1170	21:40:00	1240	41:10:00	2470
35	1:00:00	28430	60	01:00	29060	68:10:00	4090	2:00:00	60	70:10:00	4210
36	9:40:00	28490	60	00:10	29120	47:40:00	2860	2:00:00	60	49:40:00	2980
37	7:20:00	29070	60	07:20	29130	38:00:00	2280	9:00:00	480	47:00:00	2820
38	6:10:00	29510	60	22:30	29570	33:00:00	1980	7:10:00	370	40:10:00	2410
39	16:20:00	29880	6000	01:10	30920	4:40:00	280	103:00:00	180	107:40:00	6460
40	7:20:00	30860	60	07:50	30990	50:00:00	3000	2:10:00	70	52:10:00	3130
41	0:30:00	31300	660	12:50	31460	29:50:00	1790	15:00:00	240	44:50:00	2690
42	19:50:00	31330	60	09:30	33670	37:20:00	2240	2:00:00	60	39:20:00	2360
43	0:20:00	32520	1650	04:30	34240	3:50:00	230	27:50:00	20	31:40:00	1900
44	23:50:00	32540	1630	00:00	34510	3:50:00	230	27:30:00	20	31:20:00	1880
45	4:00:00	33970	770	11:30	34510	12:00:00	720	14:20:00	90	26:20:00	1580
46	19:40:00	34210	230	05:00	35200	4:45:00	285	7:35:00	225	12:20:00	740
47	0:30:00	35390	40	07:30	35500	5:10:00	310	2:30:00	110	7:40:00	460
48	29:50:00	35420	530	22:00	35950	5:50:00	350	9:20:00	30	15:10:00	910
49	16:00:00	37210	60	16:00	37270	6:50:00	410	3:00:00	120	9:50:00	590
50	22:00:00	38170	60	21:20	38230	3:20:00	200	7:00:00	360	10:20:00	620
51	48:40:00	39490	20	02:20	39510	6:30:00	390	2:50:00	150	9:20:00	560
52		42410	120	00:00	42530	3:10:00	190	4:30:00	150	7:40:00	460

Таблица: 6

На база получените данни в *таблица 6* се съставят следните функции които се ползват при имитационното моделиране на процесите в гарата:

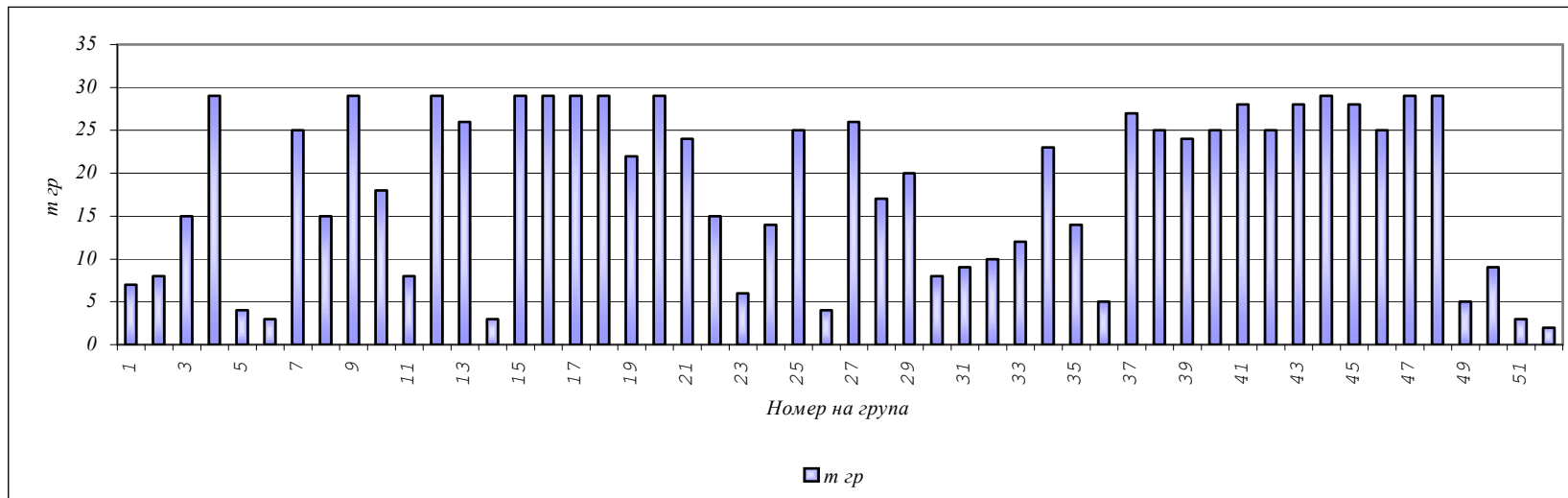
- Функция на входящия поток *IntervalVходVen*:
- Функция на обслужването *ObsVen*:

На база данни от *таблицы 5 и 6* са изчертани следните графики:

- неравномерността на m_{ep} ;
- неравномерността на интервалите на пристигащите групи вагони:
- неравномерността на времето за обслужване на съответната група вагони;

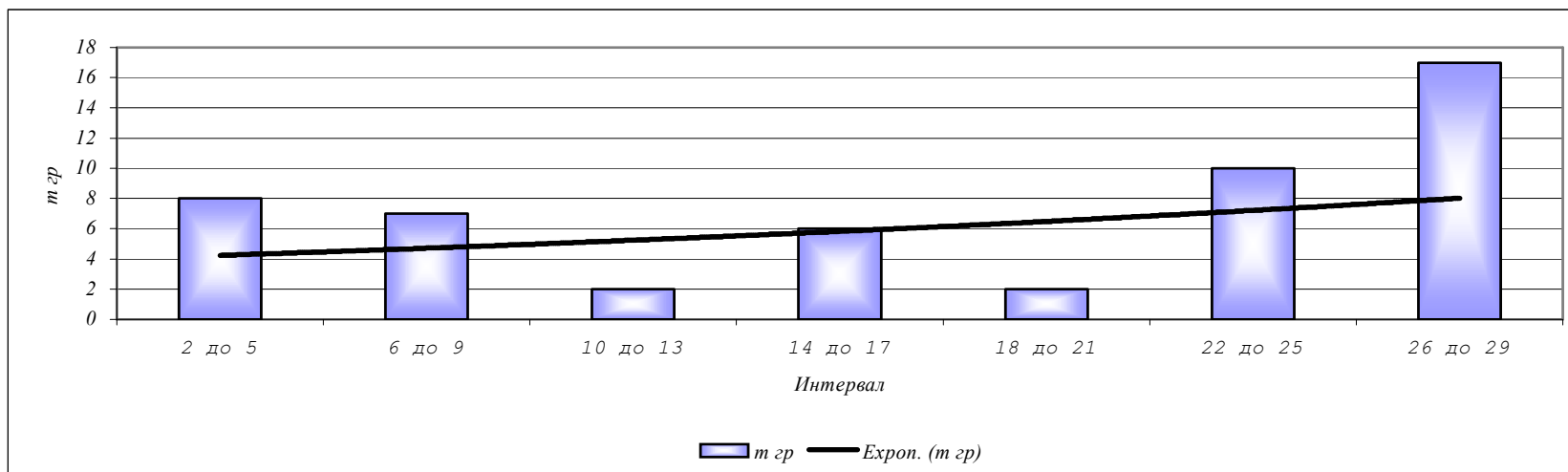
От хистограмите на *фигури 18 , 20 и 22* се вижда, че закона за разпределение на входящия поток е *Експоненциален*, а на времето за обслужване е *Експоненциален*.

Неравномерност на големината на групите $m_{гр}$



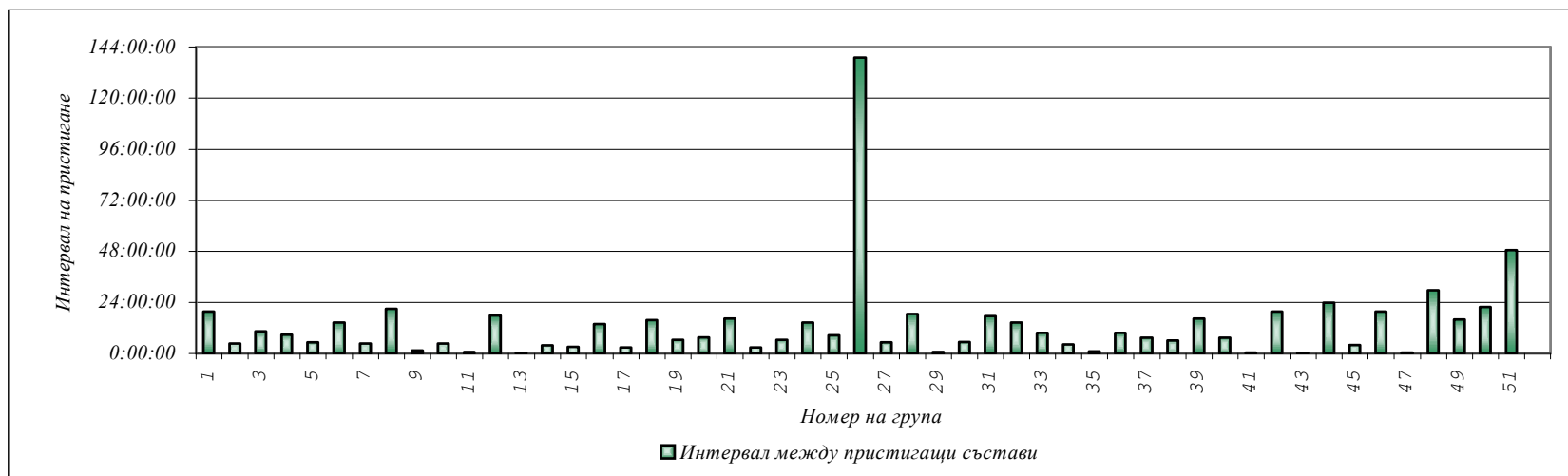
Фиг. 17

Хистограма на разпределението на $m_{гр}$



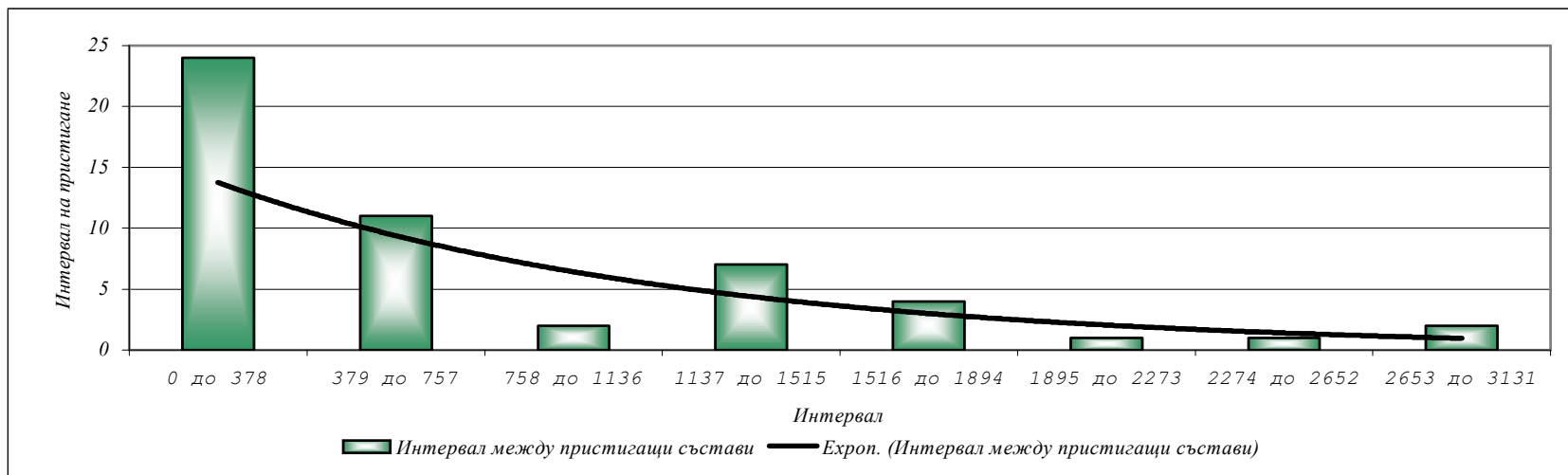
Фиг. 18

Неравномерност на Интервала на пристигане на групите вагони



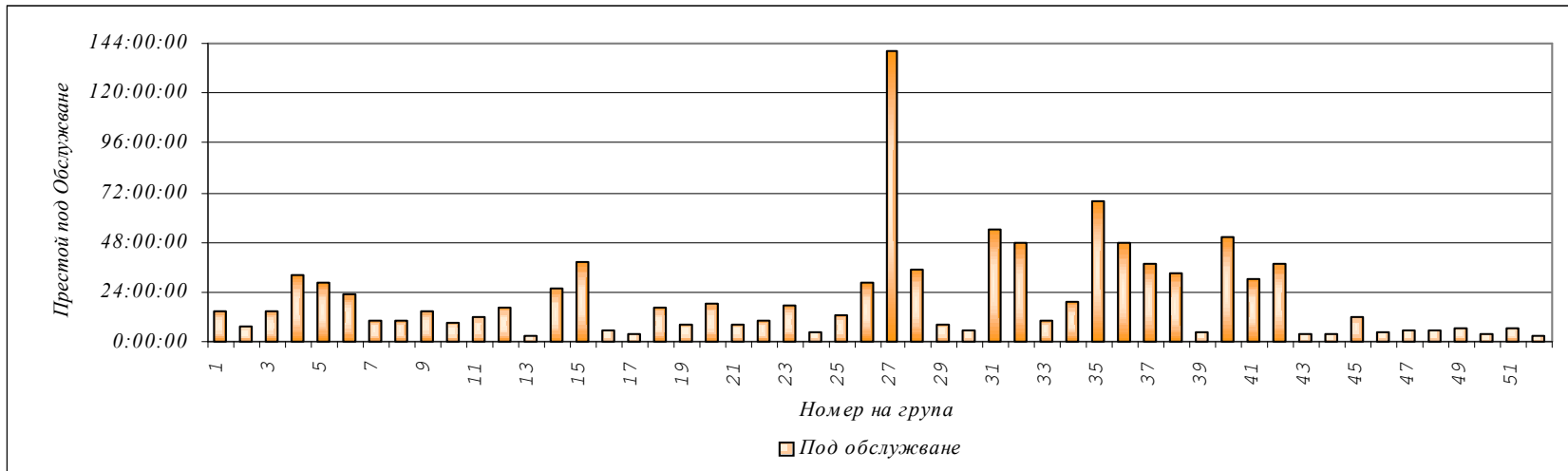
Фиг. 19

Хистограма на разпределението на Интервала на пристигане на групите вагони



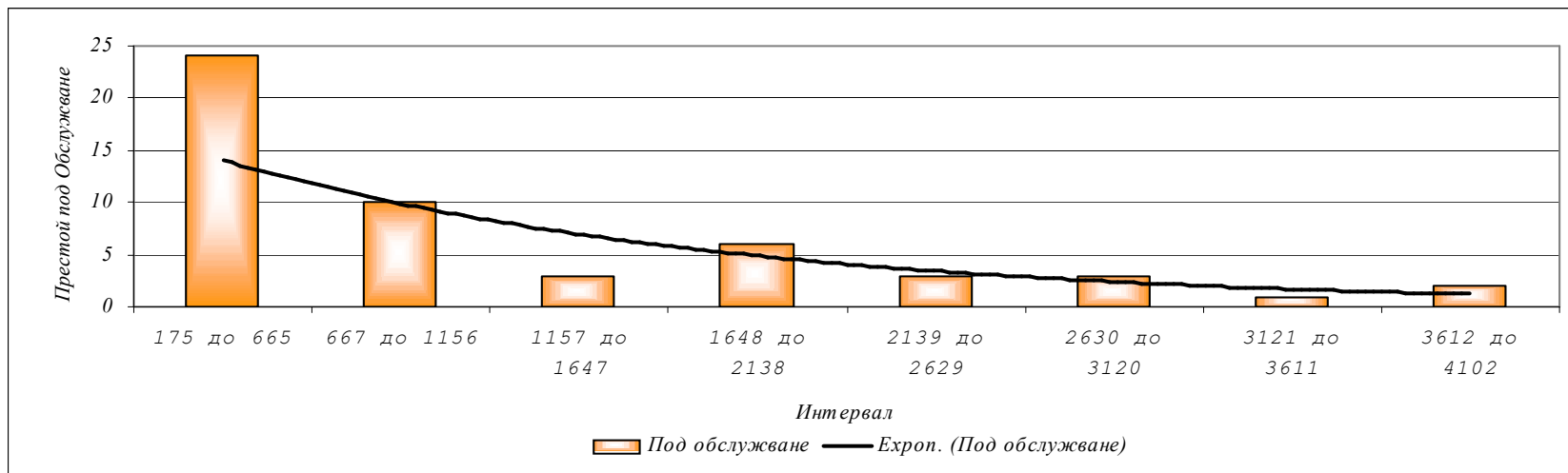
Фиг. 20

Неравномерност на Времето за обслужване на групата вагони



Фиг. 21

Хистограма на разпределението на Времето за обслужване на групата вагони



Фиг. 22

4. Определяне технологичните параметри на процеса

4.1 Имитационно моделиране на дискретни системи в езиковата среда на GPSS.

Обща характеристика на етапи при моделирането.

Имитационно моделиране се основава на алгоритмизация на функционирането на една дискретна система на базата на принципа на подражанието. Имитационният модел обикновено е съвкупност от модули, регистриращи събъдването на определени събития във времето и обработващи събираните данни относно протичащите процеси [4].

Имитационното моделиране позволява изследване на системи с произволна сложност без да ограничава нивото на детайлизация в моделите и дава неограничено количество данни за поведението на изследваната система. Но програмната реализация изисква значително машинно време, тъй като за определяне на функционални зависимости е необходимо многократно проиграване на модела.

Разработването на имитационни модели следва последователността:

- Формулиране на основните проблеми и принципите при изграждане на модела.
- Декомпозиране на дискретните системи на подсистеми, тяхната формализация и формалното им свързване в единна система.
- Разработване на функционален алгоритъм за имитиране на изследваната система (използват се известни математически методи, модели и съотношения).
- Определяне на априорната изходна информация и нейната обосновка (при голям брой изходни данни рязко нараства обема на изчисленията, а при недостатъчност на изходните данни се намалява точността и адекватността на модела).
- Програмна реализация на модела чрез избран език и система.

Имитационно моделиране чрез GPSS.

Реализирането на имитационни модели на базата на езика GPSS (*General Purpose Simulation System*) се основава на теорията на масовото

обслужване, чрез която сложните обекти се представят като *системи за масово обслужване* (*СМО*). Общото състояние на *СМО* се характеризира със състоянието на участващите елементи и потока от заявки за обслужване. Езикът съдържа описателни средства от високо ниво за компонентите на *СМО* и работното натоварване.

Имитационният модел на една *СМО* отразява поведението на системата при обслужване на постъпващия входен поток от заявки. Параметрите на входния поток от заявки представляват външни параметри за *СМО*. Изходни параметри са величини, които характеризират свойствата на системата чрез състоянието на участващите елементи (обслужващи устройства, опашки и други).

Имитационното моделиране позволява *СМО* да бъде изследвана при различни параметри на входния поток от заявки, постъпващи за обслужване в отделните прибори на системата. Възможно е изследването да се проведе и при променящи се параметри за обслужващите устройства и при различни дисциплини на обслужване на заявките.

Особености на езика GPSS за имитационно моделиране.

Езикът GPSS (*General Purpose Simulation System*) е транзактно-ориентиран език и се прилага при имитация на пространствено движение на физически и логически обекти при фиксирана функционална структура на моделираната дискретна система.

Основни обекти в имитационния модел.

➤ *Динамични обекти (Транзакти – Transaction)* – имитират динамиката в реалната система, тоест различни процеси, събития пороци. Всеки транзакт се характеризира чрез комплекс от параметри (минимум 12 параметъра). Съществуват оператори, чрез които могат да се изменят стойностите на всеки параметър или да се избира път в алгоритъма на базата на текущата стойност на параметър.

➤ *Статични (Апаратно - ориентирани) обекти* – съответстват на различни устройства от моделираната система и по отношение на транзактите се появяват като опашка за изчакване на обслужване (*Queue*), обслужващ прибор или устройство (*Facility*), многоканално устройство с няколко еднотипни обслужващи прибора (*Storage*), логически ключ с две възможни състояния (*Logic Switch*) и други. Елементите на тези класове се

характеризират със специфични за класа свойства, които са еднакви и постоянни за всеки елемент от даден клас.

➤ *Статистически обекти* – за задаване и оценка на такива процеси, като опашки и техните статистически характеристики. Формират различни таблици (Table) по които се строят разпределенията на случайните величини и натрупва статистическа информация за различни обекти.

➤ *Управляващи (Операционни) обекти* – блокове на имитационния модел които управляват транзактите (Transfer , Test , Gate) и другите обекти на GPSS.

Дефиниране на функция.

Функциите са езикови обекти, използвани при описание на вероятностни процеси и действия в реалната система. Позволяват описанието на различни закони на разпределение за случайни величини чрез дефиниране на функция на разпределение.

Дефинирането се осъществява чрез служебната дума *Function* и има вида:

< име > *Function* A,B

< стойност и на разпределението >

където < име > е името на функцията за модела, A – аргумент на функцията, B – тип на функцията и брой на точките на интерполиране на функцията $y(x)$. Стойностите на разпределението се дефинират като двойки < x_i, y_i > отделени с разделител “ / “. Като аргумент в полето “ A “ може да се ползва един от генераторите на случайни числа $Rn1, \dots, Rn5$ за реални числа, равномерно разпределени в диапазона [0 , 1) или от $Rn6, \dots, Rn10$ за цели числа, равномерно разпределени в диапазона [0 , 1000).

Типът на функцията се определя буква, до която се записва броя на точките за интерполиране. Използват се следните типове за функции в GPSS:

➤ C – непрекъснатата числова функция по зададен брой точки.

➤ D , E – дискретна функция , за която стойностите “ y “ се указват като числа (D) или като СЧА (E).

➤ L , M – прекъснатата функция, дефинирана само за аргументите “ x “ , като числова стойност (L) или като СЧА (M) за “ y “.

Обръщането към функцията става по следния начин $Fn\$< име >$.

Дефиниране на многоканално устройство.

Многоканалните устройства са обекти на езика, който се използват за моделиране на едновременно (*паралелно*) работещи прибори с еднакви характеристики. Дефинирането на многоканално устройство се осъществява чрез служебната дума *Storage* (*оператор за определяне*) по следните начини:

- Чрез име и поле за етикет
< име > Storage k
< константа > Storage k
- чрез име и поле A
Storage S\$< име >, k {,/}
Storage Sj,k{/}

Основни оператори за описване на модела.

При създаването на програмен модел отделния ред има следната структура:

< етикет > < оператор >A,B,C,D,E,F,G --< коментар >

Етикета на реда *< етикет >* се подчинява на правилата за име тоест може да е от 3 до 5 символа но първите 3 задължително трябва да са букви.

След оператора *< оператор >* се посочват до седем полета , като при някои оператори са актуални само част от тях.

Изпълними оператори.

Чрез тях се моделират определени действия от поведението на реалната система като по този начин дефинират статичната структура на модела.

Основните блокове са представени по долу:

➤ Генериране на входен поток от транзакти по зададено разпределение, дефинирано от средна стойност в поле A и толеранс в поле B:

Generate A,B,C,D,E,F,G

Останалите полета C – начален интервал на първата генерация; D – максимален брой генерирани транзакти; E – приоритет на транзактите; F – определяне на броя активни параметри; G – определя дължина дума (F) или полудума (H)

➤ Премахване и обединяване на транзакти (поле A – брой на транзактите):

Terminate A

Assemble A

➤ Заемане и обслужване на обслужващо устройство (*прибор*) с име в поле A:

Size A

Release A

Блоковете винаги се ползват заедно в модела и служат за неявно деклариране на прибора.

➤ Определяне на времезадръжката на транзактите в обслужващо устройство чрез средна стойност (*поле A*) и толеранс (*поле B*).

Advance A,B

➤ Постъпване и напускане на “ *B* “ транзакти за опашка с име “ *A* “

Queue A,B

Depart A,B

➤ Заемане и освобождаване на “ *B* “ транзакти в многоканално устройство с име “ *A* “, предварително дефинирано чрез “ *Storage* “

Enter A,B

Leave A,B

➤ Преход към друг операторен ред в модела:

Transfer A,B,C,D

Където отделните полета са: *A* – режим на прехода, *B* – първи етикет на прехода, *C* – втори етикет на прехода, *D* – индекс (*ползва се при режим All*).

➤ Присвояване на числена стойност от поле *B* и евентуален модификатор в поле *C* на параметър на транзакт с номер *A*:

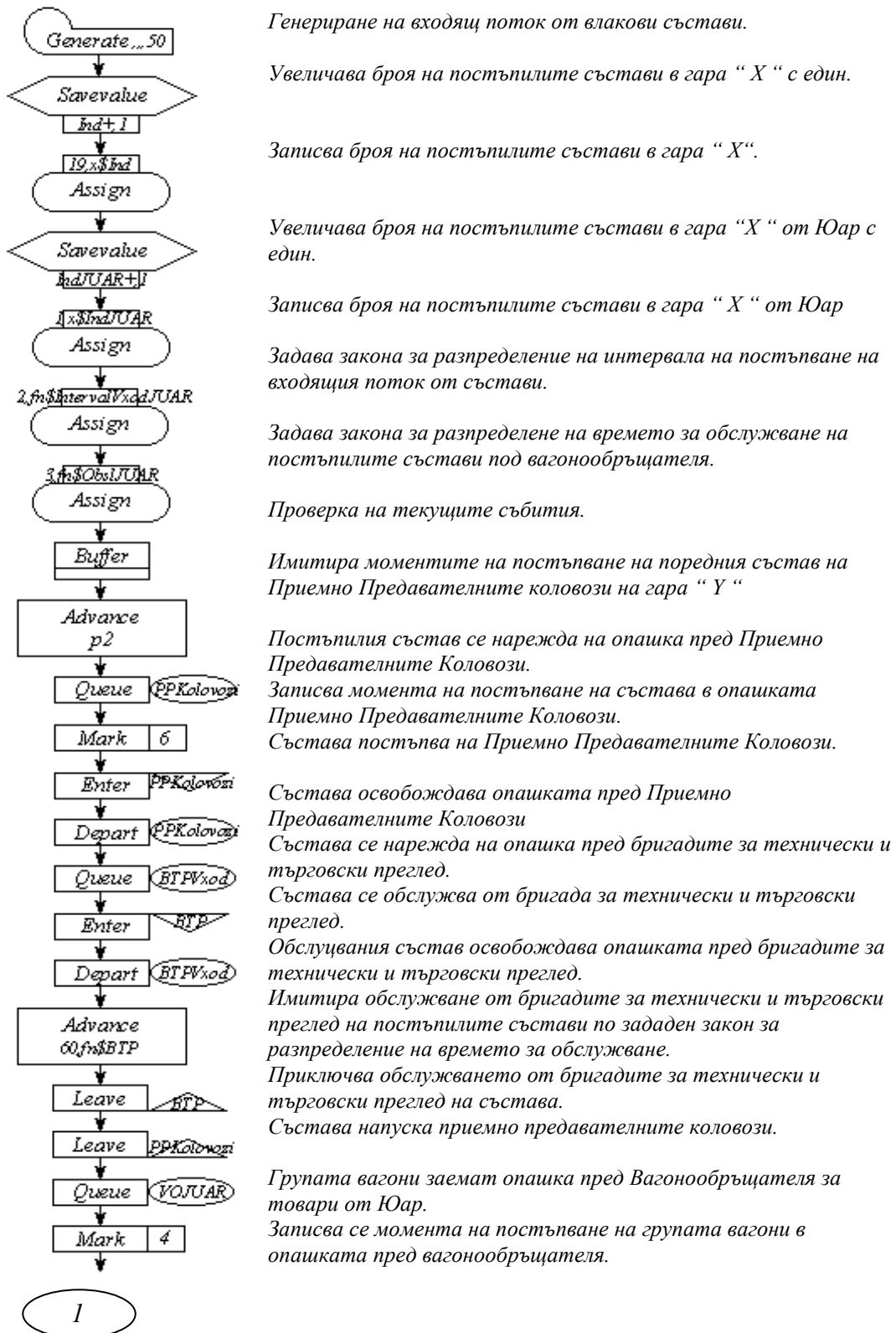
Assign A,B,C

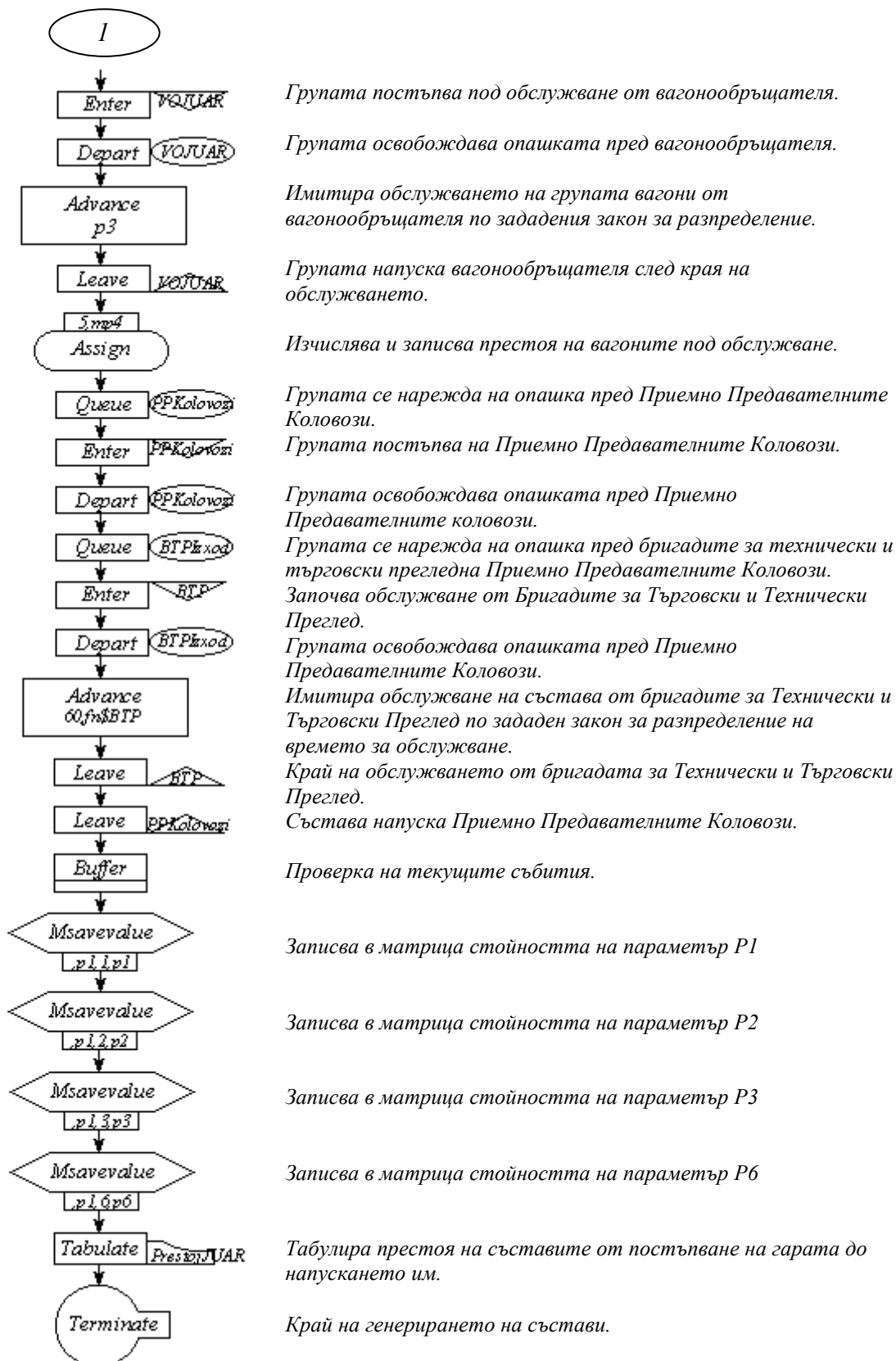
Поле *A* определя номера на параметъра, като след него се поставя знак : + (стойността от поле *B*, в съответствие с този от поле *C*, се прибавя към текущата стойност) ; - (изваждане) ; пауза (стойността се заменя).

На база алгоритъм на работа в пункта на взаимодействие между магистралния и промишлен железопътен транспорт, и гореописания подход при моделиране на процесите с товаропоток от трите основни направления, за захранване в разглежданото звено от логистичната верига е представена **блоковата схема** на моделите за имитационно моделиране **фигура 23**.

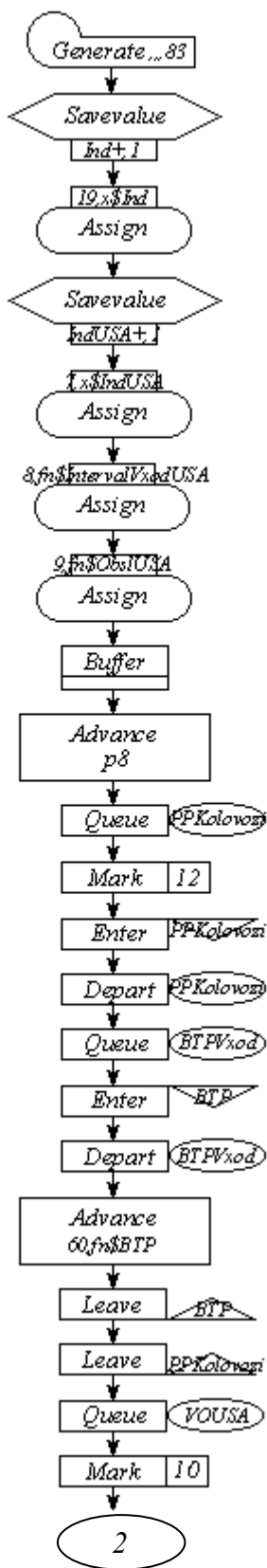
Блоковата схема на модела за имитационно моделиране е следната:

Сегмент Юар





Сегмент Сац



Генериране на входящ поток от влакови състави.

Увеличава броя на постъпилите състави в гара " X " с един.

Записва броя на постъпилите състави в гара " X " .

Увеличава броя на постъпилите състави в гара " X " от Сац с един.

Записва броя на постъпилите състави в гара " X " от Сац

Задава закона за разпределение на интервала на постъпване на входящия поток от състави.

Задава закона за разпределение на времето за обслужване на постъпилите състави под вагонообръщателя.

Проверка на текущите събития.

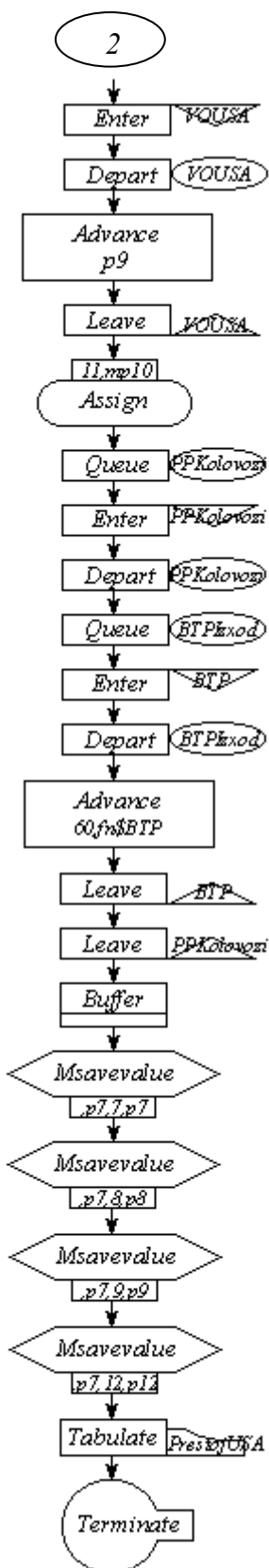
Имитира моментите на постъпване на поредния състав на Приемно Предавателните коловози на гара " Y "

Постъпилия състав се нарежда на опашка пред Приемно Предавателните Коловози.
Записва момента на постъпване на състава в опашката Приемно Предавателните Коловози.
Състава постъпва на Приемно Предавателните Коловози.

Състава освобождава опашката пред Приемно Предавателните Коловози
Състава се нарежда на опашка пред бригадите за технически и търговски преглед.
Състава се обслужва от бригада за технически и търговски преглед.

Обслужвания състав освобождава опашката пред бригадите за технически и търговски преглед.
Имитира обслужване от бригадите за технически и търговски преглед на постъпилите състави по зададен закон за разпределение на времето за обслужване.
Приключва обслужването от бригадите за технически и търговски преглед на състава.
Състава напуска приемно предавателните коловози.

Група вагони заемат опашка пред Вагонообръщателя за товари от Сац.
Записва се момента на постъпване на групата вагони в опашката пред вагонообръщателя.



Група постъпва под обслужване от вагонообръщателя.

Група освобождава опашката пред вагонообръщателя.

Имитира обслужването на група вагони от вагонообръщателя по зададения закон за разпределение.

Група напуска вагонообръщателя след края на обслужването.

Изчислява и записва престоя на вагоните под обслужване.

Група се нарежда на опашка пред Приемно Предавателните Коловози.

Група постъпва на Приемно Предавателните Коловози.

Група освобождава опашката пред Приемно Предавателните коловози.

Група се нарежда на опашка пред бригадите за технически и търговски преглед на Приемно Предавателните Коловози. Започва обслужване от Бригадите за Търговски и Технически Преглед.

Група освобождава опашката пред Приемно Предавателните Коловози.

Имитира обслужване на състава от бригадите за Технически и Търговски Преглед по зададен закон за разпределение на времето за обслужване.

Край на обслужването от бригадата за Технически и Търговски Преглед.

Състава напуска Приемно Предавателните Коловози.

Проверка на текущите събития.

Записва в матрица стойността на параметър P7

Записва в матрица стойността на параметър P8

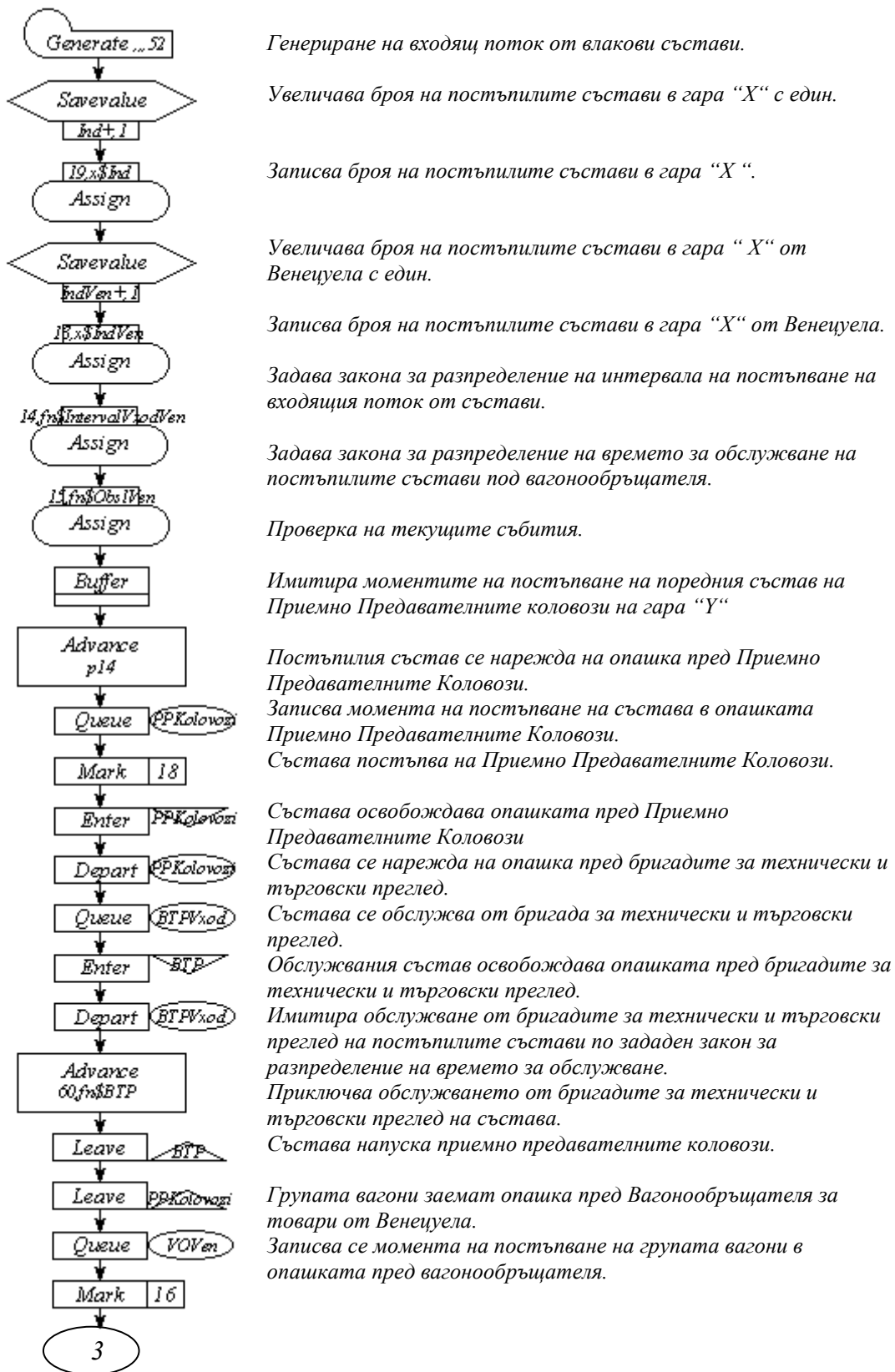
Записва в матрица стойността на параметър P9

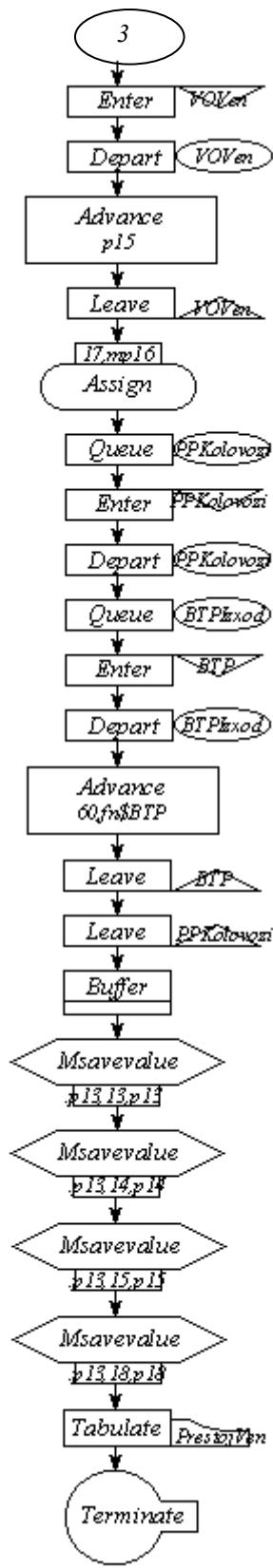
Записва в матрица стойността на параметър P12

Табулира престоя на съставите от постъпване на гарата до напускането им.

Край на генерирането на състави.

Сегмент Венецуела





Група постъпва под обслужване от вагонообръщателя.

Група освобождава опашката пред вагонообръщателя.

Имитира обслужването на групата вагони от вагонообръщателя по зададения закон за разпределение.

Група напуска вагонообръщателя след края на обслужването.

Изчислява и записва престоя на вагоните под обслужване.

Група се нарежда на опашка пред Приемно Предавателните Коловози.

Група постъпва на Приемно Предавателните Коловози.

Група освобождава опашката пред Приемно Предавателните коловози.

Група се нарежда на опашка пред бригадите за технически и търговски прегледна Приемно Предавателните Коловози.

Започва обслужване от Бригадите за Търговски и Технически Преглед.

Група освобождава опашката пред Приемно Предавателните Коловози.

Имитира обслужване на състава от бригадите за Технически и Търговски Преглед по зададен закон за разпределение на времето за обслужване.

Край на обслужването от бригадата за Технически и Търговски Преглед.

Състава напуска Приемно Предавателните Коловози.

Проверка на текущите събития.

Записва в матрица стойността на параметър P13

Записва в матрица стойността на параметър P14

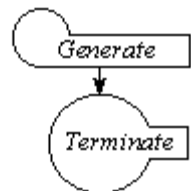
Записва в матрица стойността на параметър P15

Записва в матрица стойността на параметър P18

Табулира престоя на съставите от постъпване на гарата до напускането им.

Край на генерирането на състави.

Сегмент Таймер



Стартира таймер за моделно време.

Край на моделното време.

Фиг.23

4.2 Определяне на ресурсите за обезпечаване на процеса за три денонощия, при максимално натоварване на системата.

С цел проверка дали ресурсите заложи в избраната технология са достатъчни за обслужване на входящия и изходящия поток е възможно да се направи (за улеснение при оперативно управление на процеса и визуализиране заетостта на устройствата и бригадите, участващи в процеса) графично представяне работата на индустриалната зона, чрез разработване на денонощен план график (ДПГ). Единствено при ДПГ могат да се отразят възможни допълнителни предвиждания на работещите маневри и отразят задържанятия, следствие враждебност на маршрутите.

От всички резултати получени след стартиране на модела с най – малко ресурси и добри показатели за обслужване на вагонопотоците е варианта при твърд график на постъпване на влаковете състави в гара “ X “, Три приемно предавателни коловоза на гара “ Y “, Една бригада за технически и търговски преглед в гара “Y” и по Четири коловоза за всеки вагонообръщател в индустриалния обект **таблица 7.**

Параметри на опашката пред съответните устройства						
	Максимална	Влезли състави	Влезли без да чакат	Средна големина на опашката	Средно време на престой на заявките в опашката	
					вкл. Нулеви	без Нулевите
Приемно Предавателни Коловози	5	370	358	0.024	3.249	100.167
Вагонообръщател Юар	1	50	50	0.000	0.000	0.000
Вагонообръщател Сац	1	83	83	0.000	0.000	0.000
Вагонообръщател Венецуела	1	52	51	0.012	11.508	598.438
Бригади за технически и търговски преглед на входа	2	185	107	0.120	32.505	77.096
Бригади за технически и търговски преглед на изх.	2	185	114	0.091	24.689	64.330
Параметри на съответните устройства						
	Капацитет	Мин.	Макс.	Влезли състави	□	□
Приемно Предавателни Коловози	3	0	3	370	0.632	0.211
Бригади за технически и търговски преглед	1	0	1	370	0.421	0.421
Вагонообръщател Юар	4	0	4	50	0.996	0.249
Вагонообръщател Сац	4	0	4	83	1.091	0.273
Вагонообръщател Венецуела	4	0	4	52	1.292	0.323
Средно време престой в системата на вагоните от Юар					1190.892	
Стандартно отклонение на табулираната величина					1341.792	
Интервал				Брой състави в интервала		Честота в %
0 до 1440	мин.	1	дена	38		76.00
1440 до 2880	мин.	2	дена	9		94.00
2880 до 4320	мин.	3	дена	2		98.00
4320 до 5760	мин.	4	дена	0		98.00
5760 до 7200	мин.	5	дена	0		98.00

7200 до 8640	мин.	6	дена	0	98.00
8640 до 10080	мин.	7	дена	1	100.00
Средно време престой в системата на вагоните от Сац				821.167	
Стандартно отклонение на табулираната величина				1098.240	
Интервал			Брой състави в интервала		Честота в %
0 до 1440	мин.	1	дена	67	80.72
1440 до 2880	мин.	2	дена	13	96.39
2880 до 4320	мин.	3	дена	2	98.80
4320 до 5760	мин.	4	дена	0	98.80
5760 до 7200	мин.	5	дена	0	98.80
7200 до 8640	мин.	6	дена	1	100.00
Средно време престой в системата на вагоните от Венецуела				1436.682	
Стандартно отклонение на табулираната величина				1449.529	
Интервал			Брой състави в интервала		Честота в %
0 до 1440	мин.	1	ден	36	69.23
1440 до 2880	мин.	2	дена	10	88.46
2880 до 4320	мин.	3	дена	4	96.15
4320 до 5760	мин.	4	дена	1	98.08
5760 до 7200	мин.	5	дена	0	98.08
7200 до 8640	мин.	6	дена	0	98.08
8640 до 10080	мин.	7	дена	1	100.00

Таблица 7

При графично изобразяване на процеса може да се установи, че по – голяма част от съставите пристигат след или малко преди края на обработката на предходния състав с което престоя на вагоните се намалява до минимум. От друга страна това е предпоставка за намаляване на нужния брой козовози необходими при нормалната работа на някой от вагонообръщателите, а също така и за повишаване натовареността на системата [8].

За да се избегне излишното усложняване при представяне на гореизложената проблематика, в настоящата публикация не е представен ДПГ. Той се разработва за оптималния вариант на работа в ИЖК и се синхронизира с контактните графици на производствените системи от една страна, и графика за движение на влаковете (ГДВ) от друга.

5. Резултати от моделирането на процесите и препоръки за практическото им приложение.

1. Резултати след стартиране на модела с реални данни *Три* приемно предавателни коловоза на гара “ X “, *Две* бригади за технически преглед в гара “ X “ и по *Четири* коловоза за всеки вагонообръщател на гара “ Y “ **таблица 8.**

Параметри на опашката пред съответните устройства						
	Максимална	Влезли състави	Влезли без да чакат	Средна големина на опашката	Средно време на престой на заявките в опашката	
					вкл. Нулеви	без Нулевите
Приемно Предавателни Коловози	2	370	362	0.007	0.975	45.082
Вагонообръщател Юар	1	50	48	0.010	10.360	259.009
Вагонообръщател Сащ	1	83	83	0.000	0.000	0.000
Вагонообръщател Венецуела	5	52	38	0.278	267.565	993.812
Бригади за технически и търговски преглед на входа	1	185	165	0.014	3.906	36.128
Бригади за технически и търговски преглед на изх.	1	185	172	0.006	1.630	23.195
Параметри на съответните устройства						
	Капацитет	Мин.	Макс.	Влезли състави	□	□
Приемно Предавателни Коловози	3	0	3	370	0.438	0.146
Бригади за технически и търговски преглед	2	0	2	370	0.417	0.209
Вагонообръщател Юар	4	0	4	50	0.996	0.249
Вагонообръщател Сащ	4	0	4	83	1.091	0.273
Вагонообръщател Венецуела	4	0	4	52	1.292	0.323
Средно време престой в системата на вагоните от Юар					1130.492	
Стандартно отклонение на табулираната величина					1362.931	
Интервал				Брой състави в интервала		Честота в %
0 до 1440	мин.	1	дена	39		78.00
1440 до 2880	мин.	2	дена	8		94.00
2880 до 4320	мин.	3	дена	2		98.00
4320 до 5760	мин.	4	дена	0		98.00
5760 до 7200	мин.	5	дена	0		98.00
7200 до 8640	мин.	6	дена	1		100.00
Средно време престой в системата на вагоните от Сащ					783.995	
Стандартно отклонение на табулираната величина					1086.565	
Интервал				Брой състави в интервала		Честота в %
0 до 1440	мин.	1	дена	69		83.13
1440 до 2880	мин.	2	дена	11		96.39
2880 до 4320	мин.	3	дена	2		98.80
4320 до 5760	мин.	4	дена	0		98.80
5760 до 7200	мин.	5	дена	0		98.80
7200 до 8640	мин.	6	дена	1		100.00
Средно време престой в системата на вагоните от Венецуела					1616.813	
Стандартно отклонение на табулираната величина					1575.190	
Интервал				Брой състави в интервала		Честота в %
0 до 1440	мин.	1	ден	32		61.54
1440 до 2880	мин.	2	дена	11		82.69
2880 до 4320	мин.	3	дена	5		92.31
4320 до 5760	мин.	4	дена	3		98.08
5760 до 7200	мин.	5	дена	0		98.08
7200 до 8640	мин.	6	дена	1		100.00

Таблица 8

2. Резултати при стартиране на модела с реални данни *Три* приемно предавателни коловоза на гара “ X “, *Една* бригада за технически преглед в гара “ X “ и по *Четири* коловоза за всеки вагонообръщател на гара “ Y “ **таблица 9.**

<i>Параметри на опашката пред съответните устройства</i>						
	Максимална	Влезли състави	Влезли без да чакат	Средна големина на опашката	Средно време на престой на заявките в опашката	
					вкл. Нулеви	без Нулевите
<i>Приемно Предавателни Коловози</i>	3	370	346	0.028	3.851	59.365
<i>Вагонообръщател Юар</i>	1	50	48	0.015	15.100	377.489
<i>Вагонообръщател Сац</i>	1	83	82	0.004	2.667	221.353
<i>Вагонообръщател Венецуела</i>	5	52	38	0.272	261.649	971.840
<i>Бригади за технически и търговски преглед на входа</i>	2	185	98	0.138	37.246	79.200
<i>Бригади за технически и търговски преглед на изх.</i>	2	185	105	0.124	33.587	77.670
<i>Параметри на съответните устройства</i>						
	Капацитет	Мин.	Макс.	Влезли състави	□	□
<i>Приемно Предавателни Коловози</i>	3	0	3	370	0.672	0.224
<i>Бригади за технически и търговски преглед</i>	1	0	1	370	0.410	0.410
<i>Вагонообръщател Юар</i>	4	0	4	50	0.996	0.249
<i>Вагонообръщател Сац</i>	4	0	4	83	1.091	0.273
<i>Вагонообръщател Венецуела</i>	4	0	4	52	1.292	0.323
<i>Средно време престой в системата на вагоните от Юар</i>					1190.752	
<i>Стандартно отклонение на табулираната величина</i>					1371.260	
<i>Интервал</i>				<i>Брой състави в интервала</i>		<i>Честота в %</i>
<i>0 до 1440</i>	<i>мин.</i>	1	<i>дена</i>	37		74.00
<i>1440 до 2880</i>	<i>мин.</i>	2	<i>дена</i>	10		94.00
<i>2880 до 4320</i>	<i>мин.</i>	3	<i>дена</i>	2		98.00
<i>4320 до 5760</i>	<i>мин.</i>	4	<i>дена</i>	0		98.00
<i>5760 до 7200</i>	<i>мин.</i>	5	<i>дена</i>	0		98.00
<i>7200 до 8640</i>	<i>мин.</i>	6	<i>дена</i>	1		100.00
<i>Средно време престой в системата на вагоните от Сац</i>					853.668	
<i>Стандартно отклонение на табулираната величина</i>					1082.430	
<i>Интервал</i>				<i>Брой състави в интервала</i>		<i>Честота в %</i>
<i>0 до 1440</i>	<i>мин.</i>	1	<i>дена</i>	68		81.93
<i>1440 до 2880</i>	<i>мин.</i>	2	<i>дена</i>	11		95.18
<i>2880 до 4320</i>	<i>мин.</i>	3	<i>дена</i>	3		98.80
<i>4320 до 5760</i>	<i>мин.</i>	4	<i>дена</i>	0		98.80
<i>5760 до 7200</i>	<i>мин.</i>	5	<i>дена</i>	0		98.80
<i>7200 до 8640</i>	<i>мин.</i>	6	<i>дена</i>	1		100.00
<i>Средно време престой в системата на вагоните от Венецуела</i>					1695.799	
<i>Стандартно отклонение на табулираната величина</i>					1575.932	
<i>Интервал</i>				<i>Брой състави в интервала</i>		<i>Честота в %</i>
<i>0 до 1440</i>	<i>мин.</i>	1	<i>ден</i>	31		59.62
<i>1440 до 2880</i>	<i>мин.</i>	2	<i>дена</i>	12		82.69
<i>2880 до 4320</i>	<i>мин.</i>	3	<i>дена</i>	5		92.31
<i>4320 до 5760</i>	<i>мин.</i>	4	<i>дена</i>	3		98.08
<i>5760 до 7200</i>	<i>мин.</i>	5	<i>дена</i>	0		98.08
<i>7200 до 8640</i>	<i>мин.</i>	6	<i>дена</i>	1		100.00

Таблица 9

3. Резултати при стартиране на модела използвайки закони за разпределение на интервала на входящия поток и на обслужването, *Три* приемно предавателни коловоза на гара “ X “, *Две* бригади за технически

преглед в гара " X " и по Четири коловоза за всеки вагонообръщател на гара " Y " **таблица 10.**

Параметри на опашката пред съответните устройства						
	Максимална	Влезли състави	Влезли без да чакат	Средна големина на опашката	Средно време на престой на заявките в опашката	
					вкл. Нулеви	без Нулевите
Приемно Предавателни Коловози	2	352	339	0.011	1.601	43.343
Вагонообръщател Юар	1	50	46	0.025	25.023	312.791
Вагонообръщател Сац	1	74	74	0.000	0.000	0.000
Вагонообръщател Венецуела	5	52	31	0.207	198.765	492.179
Бригади за технически и търговски преглед на входа	1	176	162	0.008	2.307	29.005
Бригади за технически и търговски преглед на изх.	1	176	160	0.010	2.894	31.834
Параметри на съответните устройства						
	Капацитет	Мин.	Макс.	Влезли състави	□	□
Приемно Предавателни Коловози	3	0	3	352	0.422	0.141
Бригади за технически и търговски преглед	2	0	2	352	0.404	0.202
Вагонообръщател Юар	4	0	4	50	0.837	0.209
Вагонообръщател Сац	4	0	4	74	0.002	0.000
Вагонообръщател Венецуела	4	0	4	52	0.967	0.242
Средно време престой в системата на вагоните от Юар					980.096	
Стандартно отклонение на табулираната величина					777.205	
Интервал				Брой състави в интервала	Честота в %	
0 до 1440		мин.	1	дена	38	76.00
1440 до 2880		мин.	2	дена	10	96.00
2880 до 4320		мин.	3	дена	2	100.00
Средно време престой в системата на вагоните от Сац					126.031	
Стандартно отклонение на табулираната величина					82.815	
Интервал				Брой състави в интервала	Честота в %	
0 до 1440		мин.	1	дена	74	100.00
Средно време престой в системата на вагоните от Венецуела					1254.513	
Стандартно отклонение на табулираната величина					970.534	
Интервал				Брой състави в интервала	Честота в %	
0 до 1440		мин.	1	ден	39	75.00
1440 до 2880		мин.	2	дена	9	92.31
2880 до 4320		мин.	3	дена	4	100.00

Таблица 10

4. Резултати след стартиране на модела при твърд график на постъпване на влаковете състави в гара " X ", Три приемно предавателни коловоза на гара " X ", Две бригади за технически преглед в гара " X " и по Четири коловоза за всеки вагонообръщател на гара " Y " **таблица 11.**

Параметри на опашката пред съответните устройства						
	Максимална	Влезли състави	Влезли без да чакат	Средна големина на опашката	Средно време на престой на заявките в опашката	
					вкл. Нулеви	без Нулевите
Приемно Предавателни Коловози	1	370	369	0.000	0.004	1.516
Вагонообръщател Юар	1	50	50	0.000	0.000	0.000
Вагонообръщател Сац	1	83	83	0.000	0.000	0.000
Вагонообръщател Венецуела	1	52	50	0.010	9.712	252.506

Бригади за технически и търговски преглед на входа	1	185	168	0.003	0.891	23.557
Бригади за технически и търговски преглед на изх.	1	185	176	0.004	1.001	20.570
Параметри на съответните устройства						
	Капацитет	Мин.	Макс.	Влезли състави	□	□
Приемно Предавателни Коловози	3	0	3	370	0.428	0.143
Бригади за технически и търговски преглед	2	0	2	370	0.421	0.210
Вагонообръщател Юар	4	0	4	50	0.996	0.249
Вагонообръщател Сац	4	0	4	83	1.091	0.273
Вагонообръщател Венецуела	4	0	4	52	1.292	0.323
Средно време престой в системата на вагоните от Юар					1115.593	
Стандартно отклонение на табулираната величина					1340.707	
Интервал				Брой състави в интервала	Честота в %	
0 до 1440	мин.	1	дена	39	78.00	
1440 до 2880	мин.	2	дена	8	94.00	
2880 до 4320	мин.	3	дена	2	98.00	
4320 до 5760	мин.	4	дена	0	98.00	
5760 до 7200	мин.	5	дена	0	98.00	
7200 до 8640	мин.	6	дена	1	100.00	
Средно време престой в системата на вагоните от Сац					773.452	
Стандартно отклонение на табулираната величина					1086.075	
Интервал				Брой състави в интервала	Честота в %	
0 до 1440	мин.	1	дена	69	83.13	
1440 до 2880	мин.	2	дена	11	96.39	
2880 до 4320	мин.	3	дена	2	98.80	
4320 до 5760	мин.	4	дена	0	98.80	
5760 до 7200	мин.	5	дена	0	98.80	
7200 до 8640	мин.	6	дена	1	100.00	
Средно време престой в системата на вагоните от Венецуела					1363.616	
Стандартно отклонение на табулираната величина					1387.508	
Интервал				Брой състави в интервала	Честота в %	
0 до 1440	мин.	1	ден	36	69.23	
1440 до 2880	мин.	2	дена	10	88.46	
2880 до 4320	мин.	3	дена	5	98.08	
4320 до 5760	мин.	4	дена	0	98.08	
5760 до 7200	мин.	5	дена	0	98.08	
7200 до 8640	мин.	6	дена	1	100.00	

Таблица11

5. Резултати след стартиране на модела при твърд график на постъпване на влаковете състави в гара " X ", Три приемно предавателни коловоза на гара " X ", Една бригада за технически преглед в гара " X " и по Четири коловоза за всеки вагонообръщател на гара " Y " **таблица12.**

Параметри на опашката пред съответните устройства						
	Максимална	Влезли състави	Влезли без да чакат	Средна големина на опашката	Средно време на престой на заявките в опашката	
					вкл. Нулеви	без Нулевите
Приемно Предавателни Коловози	5	370	358	0.024	3.249	100.167
Вагонообръщател Юар	1	50	50	0.000	0.000	0.000
Вагонообръщател Сац	1	83	83	0.000	0.000	0.000
Вагонообръщател Венецуела	1	52	51	0.012	11.508	598.438
Бригади за технически и търговски преглед на входа	2	185	107	0.120	32.505	77.096
Бригади за технически и търговски преглед на изх.	2	185	114	0.091	24.689	64.330

Параметри на съответните устройства						
	Капацитет	Мин.	Макс.	Влезли състави	□	□
Приемно Предавателни Коловози	3	0	3	370	0.632	0.211
Бригади за технически и търговски преглед	1	0	1	370	0.421	0.421
Вагонообръщател Юар	4	0	4	50	0.996	0.249
Вагонообръщател Сащ	4	0	4	83	1.091	0.273
Вагонообръщател Венецуела	4	0	4	52	1.292	0.323
Средно време престой в системата на вагоните от Юар					1190.892	
Стандартно отклонение на табулираната величина					1341.792	
Интервал				Брой състави в интервала	Честота в %	
0 до 1440	мин.	1	дена	38	76.00	
1440 до 2880	мин.	2	дена	9	94.00	
2880 до 4320	мин.	3	дена	2	98.00	
4320 до 5760	мин.	4	дена	0	98.00	
5760 до 7200	мин.	5	дена	0	98.00	
7200 до 8640	мин.	6	дена	0	98.00	
8640 до 10080	мин.	7	дена	1	100.00	
Средно време престой в системата на вагоните от Сащ					821.167	
Стандартно отклонение на табулираната величина					1098.240	
Интервал				Брой състави в интервала	Честота в %	
0 до 1440	мин.	1	дена	67	80.72	
1440 до 2880	мин.	2	дена	13	96.39	
2880 до 4320	мин.	3	дена	2	98.80	
4320 до 5760	мин.	4	дена	0	98.80	
5760 до 7200	мин.	5	дена	0	98.80	
7200 до 8640	мин.	6	дена	1	100.00	
Средно време престой в системата на вагоните от Венецуела					1436.682	
Стандартно отклонение на табулираната величина					1449.529	
Интервал				Брой състави в интервала	Честота в %	
0 до 1440	мин.	1	ден	36	69.23	
1440 до 2880	мин.	2	дена	10	88.46	
2880 до 4320	мин.	3	дена	4	96.15	
4320 до 5760	мин.	4	дена	1	98.08	
5760 до 7200	мин.	5	дена	0	98.08	
7200 до 8640	мин.	6	дена	0	98.08	
8640 до 10080	мин.	7	дена	1	100.00	

Таблица 12

6. Резултати след стартиране на модела при постъпване на съставите в гара "X" по реални данни, твърд график на постъпване на влаковете състави в гара "Y", Три приемно предавателни коловоза на гара "X", Две бригади за технически преглед в гара "X" и по Четири коловоза за всеки вагонообръщател на гара "Y" **таблица 13.**

Параметри на опашката пред съответните устройства						
	Максимална	Влезли състави	Влезли без да чакат	Средна големина на опашката	Средно време на престой на заявките в опашката	
					вкл. Нулеви	без Нулевите
Приемно Предавателни Коловози	2	370	359	0.010	1.309	44.017
Вагонообръщател Юар	1	50	48	0.014	14.270	356.744
Вагонообръщател Сащ	1	83	82	0.002	1.227	101.820
Вагонообръщател Венецуела	5	52	38	0.330	317.745	1180.194
Бригади за технически и търговски преглед на входа	1	185	158	0.011	3.021	20.699
Бригади за технически и търговски преглед на изх.	1	185	167	0.012	3.172	32.605

Параметри на съответните устройства						
	Капацитет	Мин.	Макс.	Влезли състави	□	□
Приемно Предавателни Коловози	3	0	3	370	0.455	0.152
Бригади за технически и търговски преглед	2	0	2	370	0.432	0.216
Вагонообръщател Юар	4	0	4	50	0.996	0.249
Вагонообръщател Сащ	4	0	4	83	1.091	0.273
Вагонообръщател Венецуела	4	0	4	52	1.292	0.323
Средно време престой в системата на вагоните от Юар					1136.787	
Стандартно отклонение на табулираната величина					1347.329	
Интервал				Брой състави в интервала	Честота в %	
0 до 1440	мин.	1	дена	37	74.00	
1440 до 2880	мин.	2	дена	10	94.00	
2880 до 4320	мин.	3	дена	2	98.00	
4320 до 5760	мин.	4	дена	0	98.00	
5760 до 7200	мин.	5	дена	0	98.00	
7200 до 8640	мин.	6	дена	1	100.00	
Средно време престой в системата на вагоните от Сащ					768.024	
Стандартно отклонение на табулираната величина					1091.552	
Интервал				Брой състави в интервала	Честота в %	
0 до 1440	мин.	1	дена	70	84.34	
1440 до 2880	мин.	2	дена	10	96.39	
2880 до 4320	мин.	3	дена	2	98.80	
4320 до 5760	мин.	4	дена	0	98.80	
5760 до 7200	мин.	5	дена	0	98.80	
7200 до 8640	мин.	6	дена	1	100.00	
Средно време престой в системата на вагоните от Венецуела					1711.328	
Стандартно отклонение на табулираната величина					1596.996	
Интервал				Брой състави в интервала	Честота в %	
0 до 1440	мин.	1	ден	31	59.62	
1440 до 2880	мин.	2	дена	11	80.77	
2880 до 4320	мин.	3	дена	6	92.31	
4320 до 5760	мин.	4	дена	3	98.08	
5760 до 7200	мин.	5	дена	0	98.08	
7200 до 8640	мин.	6	дена	1	100.00	

Таблица13

7. Резултати след стартиране на модела при постъпване на съставите в гара "X" по реални данни, твърд график на постъпване на влаковете състави в гара "Y", Три приемно предавателни коловоза на гара "X", Една бригада за технически преглед в гара "X" и по Четири коловоза за всеки вагонообръщател на гара "Y" **таблица 14.**

Параметри на опашката пред съответните устройства						
	Максимална	Влезли състави	Влезли без да чакат	Средна големина на опашката	Средно време на престой на заявките в опашката	
					вкл. Нулеви	без Нулевите
Приемно Предавателни Коловози	6	370	335	0.060	8.078	85.392
Вагонообръщател Юар	1	50	48	0.014	14.467	361.673
Вагонообръщател Сащ	1	83	82	0.002	1.372	113.884
Вагонообръщател Венецуела	5	52	40	0.310	298.176	1292.098
Бригади за технически и търговски преглед на входа	2	185	81	0.152	41.170	73.236
Бригади за технически и търговски преглед на изх.	2	185	99	0.143	38.580	82.992
Параметри на съответните устройства						
	Капацитет	Мин.	Макс.	Влезли	□	□

Приемно Предавателни Коловози	3	0	3	състави	370	0.717	0.239
Бригади за технически и търговски преглед	1	0	1		370	0.422	0.422
Вагонообръщател Юар	4	0	4		50	0.996	0.249
Вагонообръщател Сац	4	0	4		83	1.091	0.273
Вагонообръщател Венецуела	4	0	4		52	1.292	0.323
Средно време престой в системата на вагоните от Юар					1202.404		
Стандартно отклонение на табулираната величина					1380.721		
Интервал				Брой състави в интервала	Честота в %		
0 до 1440	мин.	1	дена	36	72.00		
1440 до 2880	мин.	2	дена	11	94.00		
2880 до 4320	мин.	3	дена	2	98.00		
4320 до 5760	мин.	4	дена	0	98.00		
5760 до 7200	мин.	5	дена	0	98.00		
7200 до 8640	мин.	6	дена	0	98.00		
8640 до 10090	мин.	7	дена	1	100.00		
Средно време престой в системата на вагоните от Сац					849.935		
Стандартно отклонение на табулираната величина					1084.891		
Интервал				Брой състави в интервала	Честота в %		
0 до 1440	мин.	1	дена	70	84.34		
1440 до 2880	мин.	2	дена	10	96.39		
2880 до 4320	мин.	3	дена	2	98.80		
4320 до 5760	мин.	4	дена	0	98.80		
5760 до 7200	мин.	5	дена	0	98.80		
7200 до 8640	мин.	6	дена	1	100.00		
Средно време престой в системата на вагоните от Венецуела					1798.101		
Стандартно отклонение на табулираната величина					1560.587		
Интервал				Брой състави в интервала	Честота в %		
0 до 1440	мин.	1	ден	30	57.69		
1440 до 2880	мин.	2	дена	11	78.85		
2880 до 4320	мин.	3	дена	7	92.31		
4320 до 5760	мин.	4	дена	3	98.08		
5760 до 7200	мин.	5	дена	0	98.08		
7200 до 8640	мин.	6	дена	0	98.08		
8640 до 10090	мин.	7	дена	1	100.00		

Таблица14

8. След стартиране на имитационния модел от резултатите се вижда, че многоканалните устройства работят при слаба натовареност ($\rho < 0,500$) за всички моделирани варианти.

9. Голяма част от вагоните се обслужват за 24 часа.

10. Голямата неравномерност на входящия поток за вагонообръщателя обслужващ товара идващ от *Венецуела* е причина за натрупване на опашка пред него.

11. При обслужване от две бригади за търговски и технически преглед при подаване и изтегляне на вагоните натовареността е много ниска, а при една тя се подобрява значително.

12. При фиксиране на моментите на пристигане на съставите със суровини значително се намаляват опашките и престойте на вагоните в клона.

13. От анализа на ресурсното обезпечаване се вижда, че при твърд график на входа една маневрена бригада е достатъчна за обслужването на товаропотока.

14. За големината на товаропотока на площадките под вагонообръщателя има излишък от коловози което значително намалява натовареността на системата.

15. Опашката пред площадката на вагонообръщателя се поема от коловозите на индустриалната зона и при голяма опашка пред някой от вагонообръщателите тя би създавала затруднение в работата на другите вагонообръщатели.

16. За оптимална работа на системата като цяло, е необходима максимална равномерност на входящия поток, която може да се постигне чрез изнасяне на основните запаси от суровини в предходното звено от логистичната верига при доставка – пристанищния комплекс.

17. Обработката на съставите при постъпване и изваждане в/от ИЖК е възможно да се извършва от една бригада за технически и търговски преглед.

18. За по добрата натовареност на системата е препоръчително да се намали броя на коловозите на площадките под вагонообръщателите (т.е. да се премахнат излишните такива).

За оптималната работа на ИЖК се препоръчва ползването на вариант, обслужване на влизащите и излизащи вагони с една бригада за търговски и технически преглед, като постъпването на съставите да бъде на равни интервали от време, т.е. да се заявят такива трасета в ДП"НКЖИ" гарантиращи относителна равномерност при връзката между двете звена от логистичната верига (*Твърд график*). Има възможност коловозите под вагонообръщателите обслужващи товарите пристигащи от *Сац* и *Юар* да бъде намален за сметка на тези под вагонообръщателя обслужващ товарите пристигащи от *Венецуела* (т.е. промяна в тяхната специализация).

На база гореописаните препоръки и съображения се разработва единна транспортна технология (ЕТТ), за работа в гара X по обслужване на индустриалната зона (ИЖК), като се синхронизира с контактните графици, отразяващи технологията на производствените процеси. ***Така получените технологични параметри (графици, брой подавания/изваждания,***

продължителност на операции, брой бригади за обслужване, големина на групи вагони, ритъм(интервали) на процесите и др.) описани в ЕТТ да бъдат заложи в основата на договора за обслужване на клиента (ИЖК) и планиране на трасетата в ГДВ от превозвача (Z) обслужващ логистичната верига.

В заключение може да се констатира ефекта от подобно проиграване на състоянията в най критичната точка от логистичната система, изразяващ се в конкретно описание на различните варианти за работа и тяхното ресурсно обезпечаване [8]. Системата позволява изнасяне на основните запаси в пристанищния комплекс и регулярно подаване в мрежата на магистралния железопътен транспорт. Големия капацитет на терминала за насипни товари в пристанището създава предпоставки за равномерен процес при извозване на суровината и работа на твърд график в магистралния транспорт. Това от своя страна подобрява условията на входа в производствените звена от логистичната верига и гарантира необходимата надеждност, при значително по ниско ресурсно осигуряване.

Използвана Литература:

1. Карагъзов, К., Т. Размов, Ю. Варадинова – Милкова, Използване на интегралния подход при оптимизирането на структурата и елементите на логистичните вериги и при управление на логистичните системи, С., Годишник на ВТУ „Т.Каблешков” 3/2012, ISSN 1314-362X, 2012
2. “ Организация и управление на движението на железопътния транспорт “ Райко Генчев Райков – София 1985г.
3. “ Взаимодействие между видовете транспорт “ Т. Качаунов, А Борисов – София 2009г. ВТУ.
4. “ Имитационно моделиране на транспортните процеси “ Т. Качаунов, К. Карагъзов, Д. Купенов, Т. Размов - ВВТУ “ Т. Каблешков” , София 1998г.
5. http://www.minutemansoftware.com/reference/reference_manual.htm – Инструкции за работа с GPSS.
6. Нормативни документи, регламентиращи дейностите в железопътния транспорт, пристанищата и индустриалните зони.
7. Сборник доклади Тринадесета научна конференция с международно участие “ Транспорт 2003 “ - “ Усъвършенстване качеството на технологично проектиране и управление на процесите при обслужване в индустриалните железопътни клонове - *Андрей Борисов*
8. А.Борисов, К.Иванов "Обслужване на индустриален клон от железопътен превозвач", сп. Железопътен транспорт 2/06 2006.