

**Транспортная лаборатория ИргТУ  
(Transportation Laboratory of ISTU)**

Адрес: 664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, ауд. К-201а

E-mail: [transport@istu.edu](mailto:transport@istu.edu)

URL: [transport.istu.edu](http://transport.istu.edu)

Тел./факс: 8-3952-405408

Факс ИргТУ: 8-3952-405100

## Краткое руководство по применению программы СВЕТОФОР (версия 2.0.2)



Иркутск – 2009 г.

## Содержание

Предназначение СВЕТОФОР.....	3
Что нового? .....	4
Работа в программе СВЕТОФОР (версия 2.0) .....	5
Рекомендации к выполнению проектов режимов регулирования в программе СВЕТОФОР 2.0.....	21
Дальнейшее развитие СВЕТОФОРа.....	22
Приложение А.....	23
Приложение Б .....	25
Приложение В.....	26

## Предназначение СВЕТОФОР

Неуклонный рост уровня автомобилизации неизбежно приводит к перегруженности элементов улично-дорожной сети (УДС) в городах нашей страны. От роста уровня автомобилизации зависит и насыщенность городов средствами светофорного регулирования. В связи с этим, одним из наиболее важных элементов УДС, к качеству проектирования которых предъявляются очень высокие требования, является регулируемый перекресток.

Зачастую регулируемые перекрестки уже не способны обеспечивать требуемую пропускную способность лишь при увеличении длительностей тактов регулирования. В настоящее время необходимой является комплексная оценка эффективности работы светофорного объекта с учетом влияния на него других элементов



организации дорожного движения (ОДД), включая соседние светофорные объекты на УДС.

Для того, чтобы принять правильное решение о реконструкции (например, уширение проезжей части для выделенной поворотной полосы) существующего или строительстве нового регулируемого пересечения, требуется осуществление качественных расчетов, направленных на оценку эффективности регулируемого пересечения, а также проектирование режимов регулирования на нем при оптимальной конфигурации его элементов.

С целью решения перечисленных проблем была разработана (Светофор 1.0) и усовершенствована в дальнейшем (Светофор 2.0) компьютерная программа СВЕ-

ТОФОР. Данная программа создавалась на основе современной методики оценки эффективности регулируемых пересечений, представленной в современном американском руководстве по пропускной способности дорог, Highway Capacity Manual 2000. В данную методику были внесены необходимые корректировки, связанные с особенностями различных типов транспортных средств, встречающихся в городах России. А именно, на основе результатов специальных научно-исследовательских работ были получены коэффициенты приведения различных типов транспортных средств к легковому автомобилю при движении на регулируемом пересечении, а также ряд других важных параметров транспортного потока.

## **Что нового?**

В отличие от первой версии (версия 1.0) СВЕТОФОР 2.0 обрел больше возможностей с точки зрения проектирования различных элементов регулируемых пересечений. Количество подходов к перекрестку и обустройств движения пешеходов (пешеходных переходов) теперь неограниченно. Это является очень важным в условиях проектирования сложных светофорных объектов.

Также новая версия позволяет более гибко задавать условия приоритета. Это необходимо для эффективного учета конфликтных поворотных потоков в зависимости от главных транспортных и пешеходных потоков.

В программе СВЕТОФОР 2.0 появилась возможность детально проектировать режим регулирования. Теперь легко можно изменить параметры светофорной сигнализации для любой группы движения, включая движение пешеходов. Оценка эффективности при этом осуществляется на основе большого числа параметров.

Версия (2.0.1) включила в себя возможность экспорта режима работы светофорной сигнализации в AutoCad. Теперь помимо визуального контроля длительности зеленого сигнала и его положения при проектировании режима регулирования появилась возможность вывода результатов проектирования на печать (при помощи программы AutoCad).

В последней версии (2.0.2) появилась возможность оценивать длину очереди на подходах к пересечению, что позволяет предотвращать образование сетевых заторов (**сетевой затор** – когда длина очереди рассматриваемого перекрестка перекрывает предыдущий по ходу движения перекресток) и формировать геометрию перекрестка с учетом требуемых участков уширения на подходах к нему.

## Работа в программе СВЕТОФОР

Создав новый файл или открыв существующий (с расширением «\*.светофор2»), в первом рабочем окне предоставляется возможность создания подходов к перекрестку (режим создания подходов к перекрестку - рис. 1). При этом основные операции на данном этапе выполняются следующими кнопками:



- создать новый подход к перекрестку,



- удалить подход,



- сохранить изменение для рассматриваемого подхода.

Для того, чтобы на данном и на всех последующих этапах сохранить файл проекта, используется кнопка:



- сохранить файл проекта.

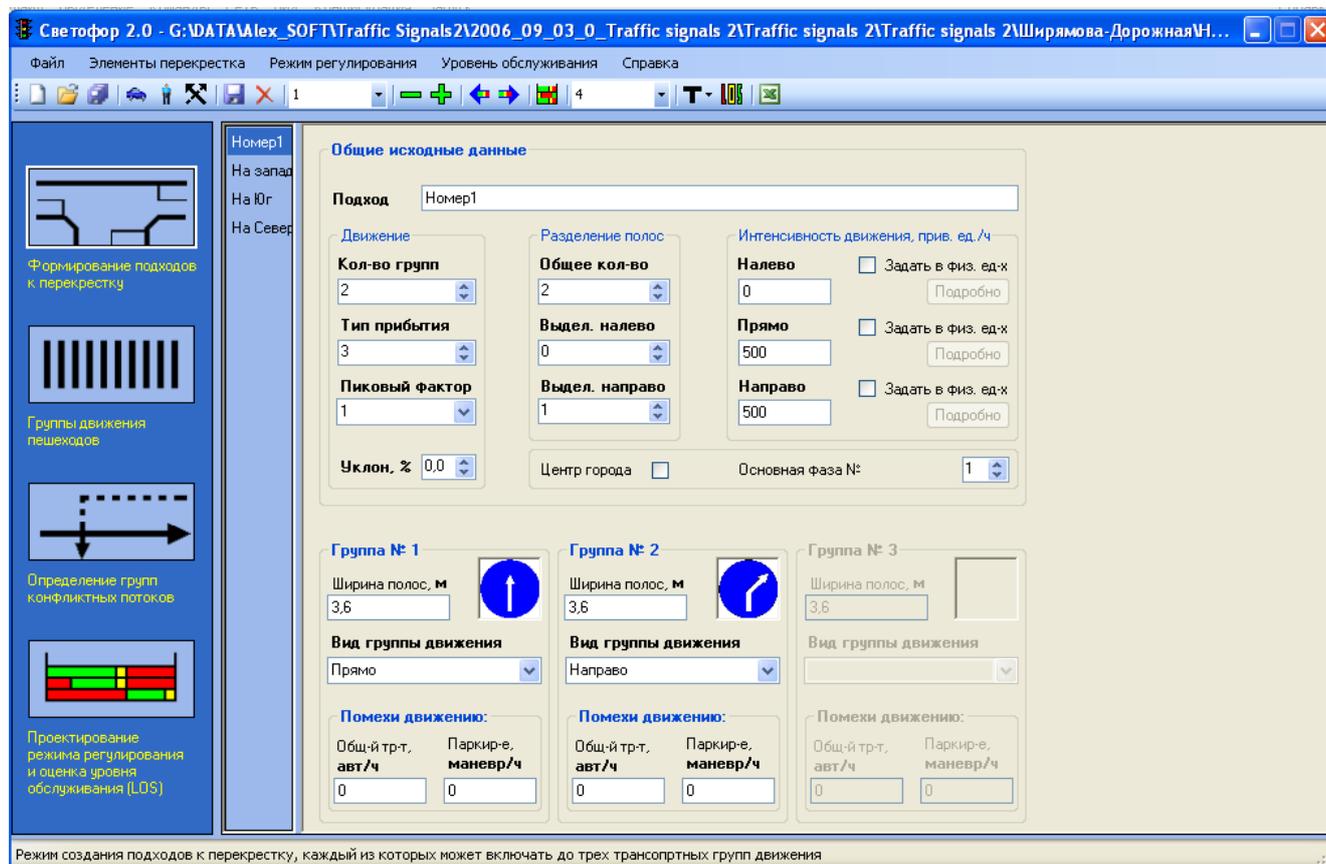


Рис. 1. Окно создания подходов к регулируемому перекрестку

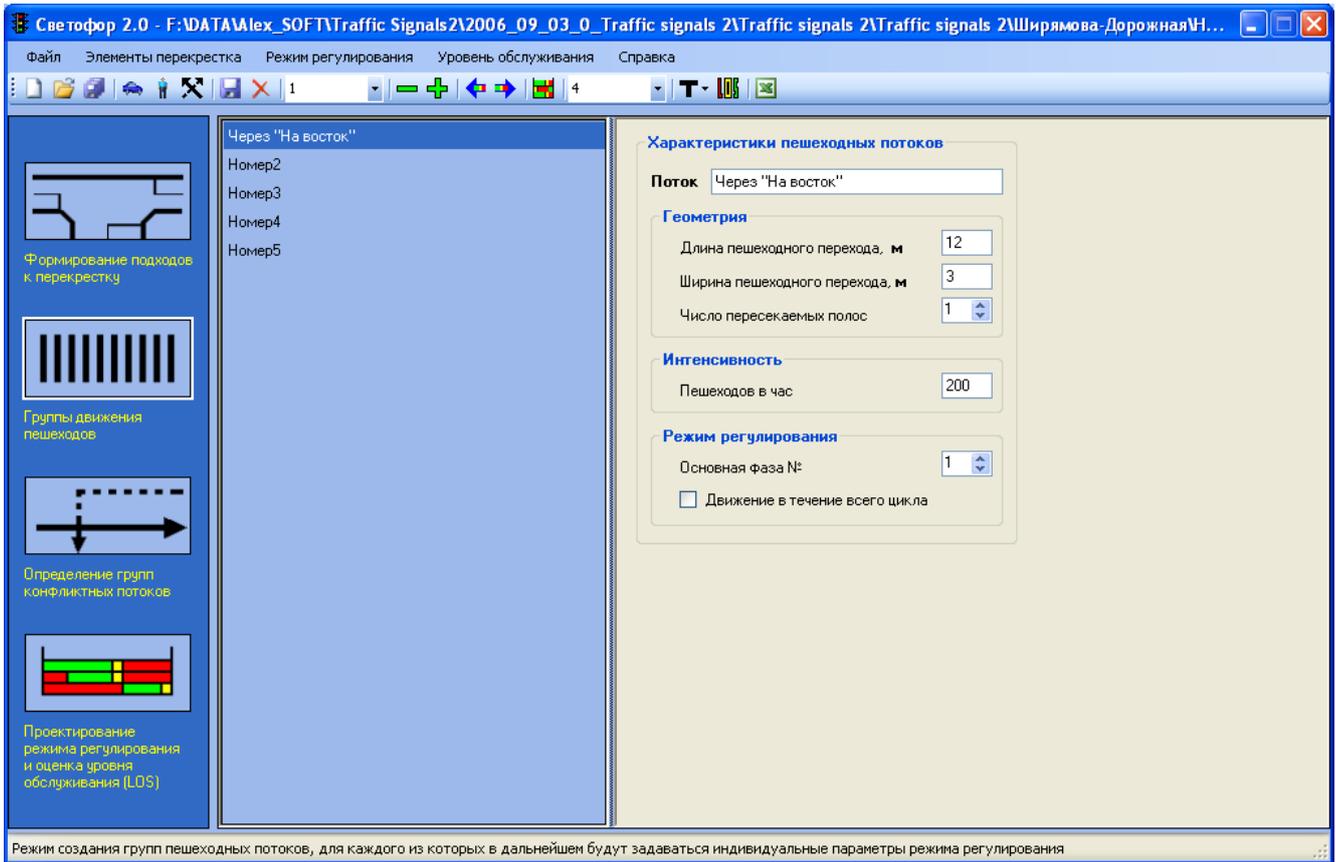


Рис. 2. Окно введения пешеходных потоков

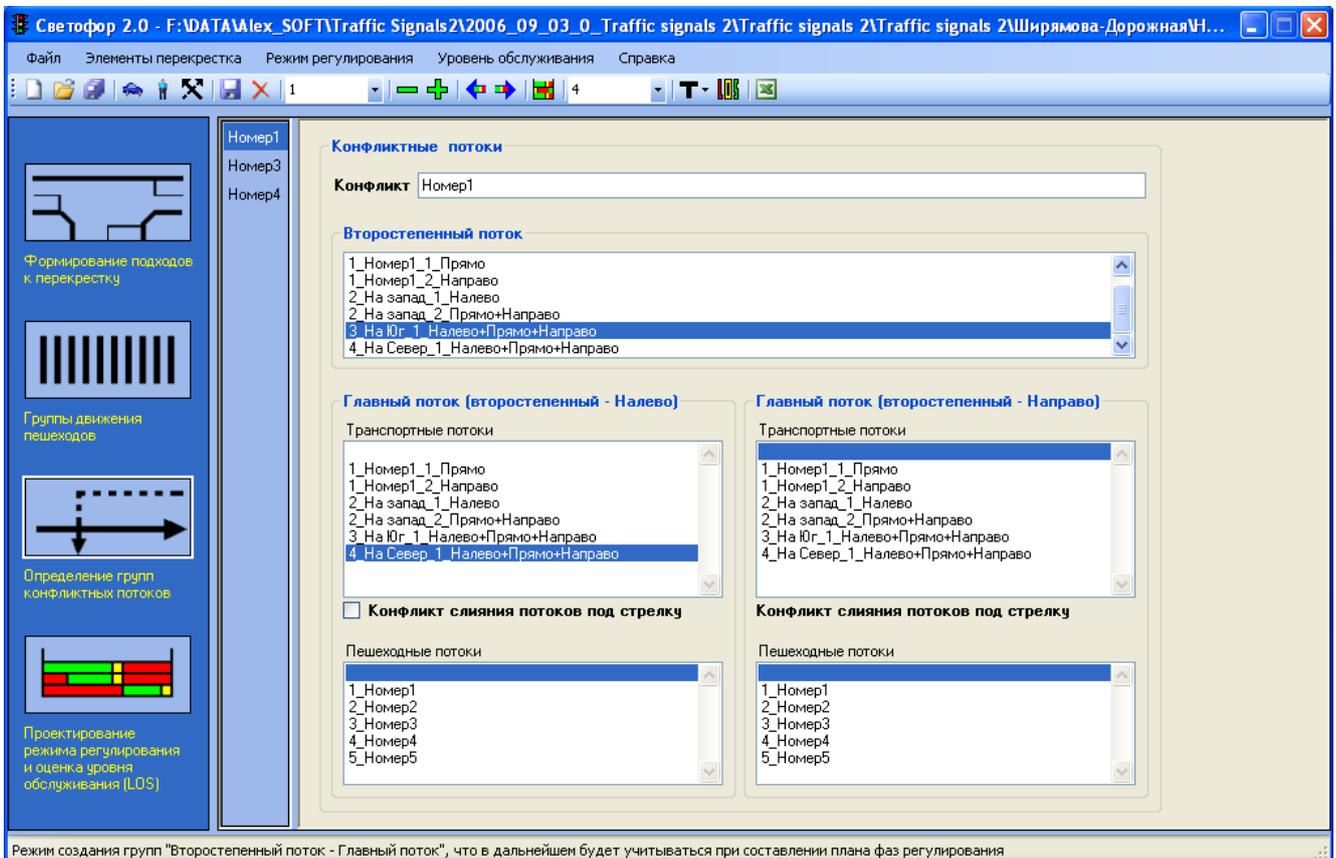


Рис. 3. Окно определения правил приоритета

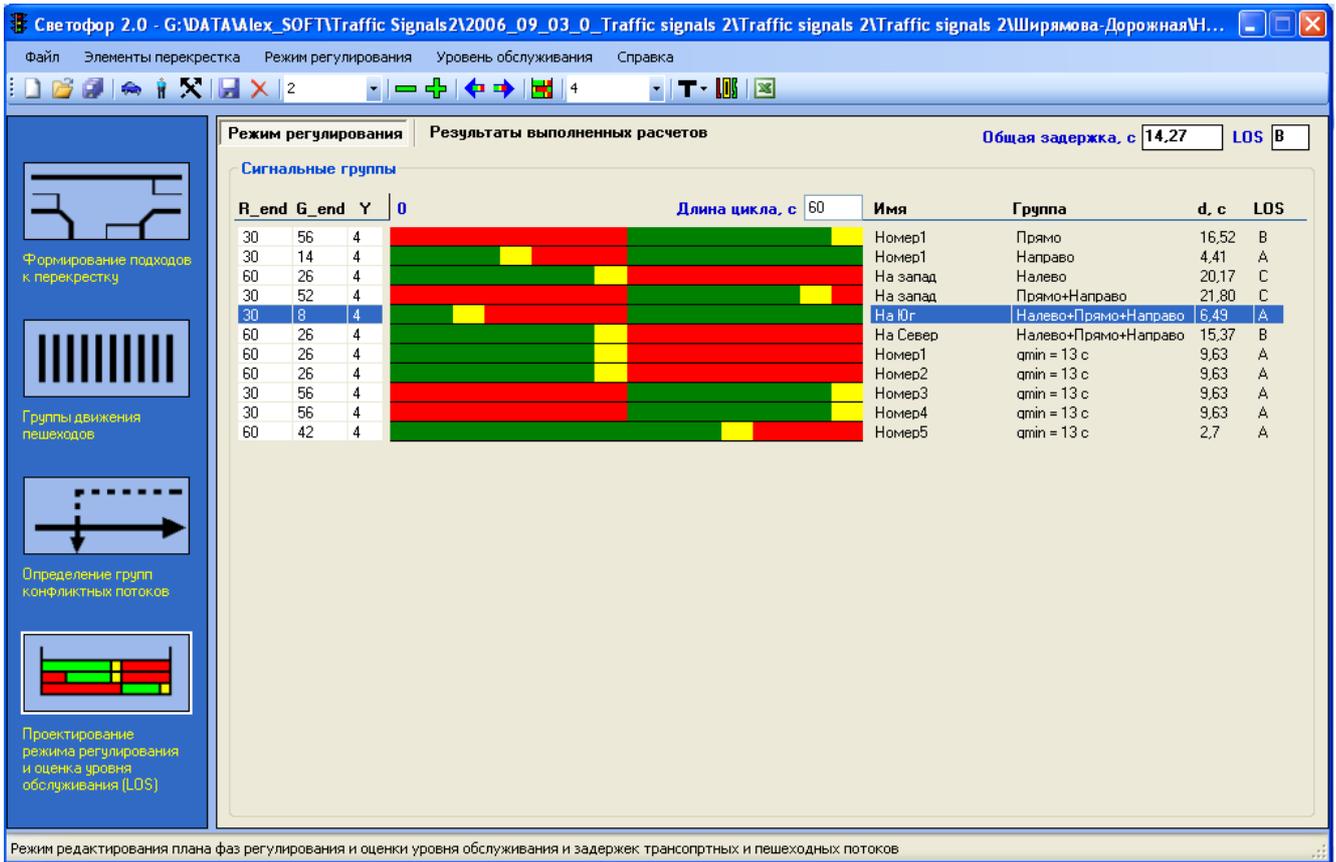


Рис. 4. Окно проектирования режима регулирования

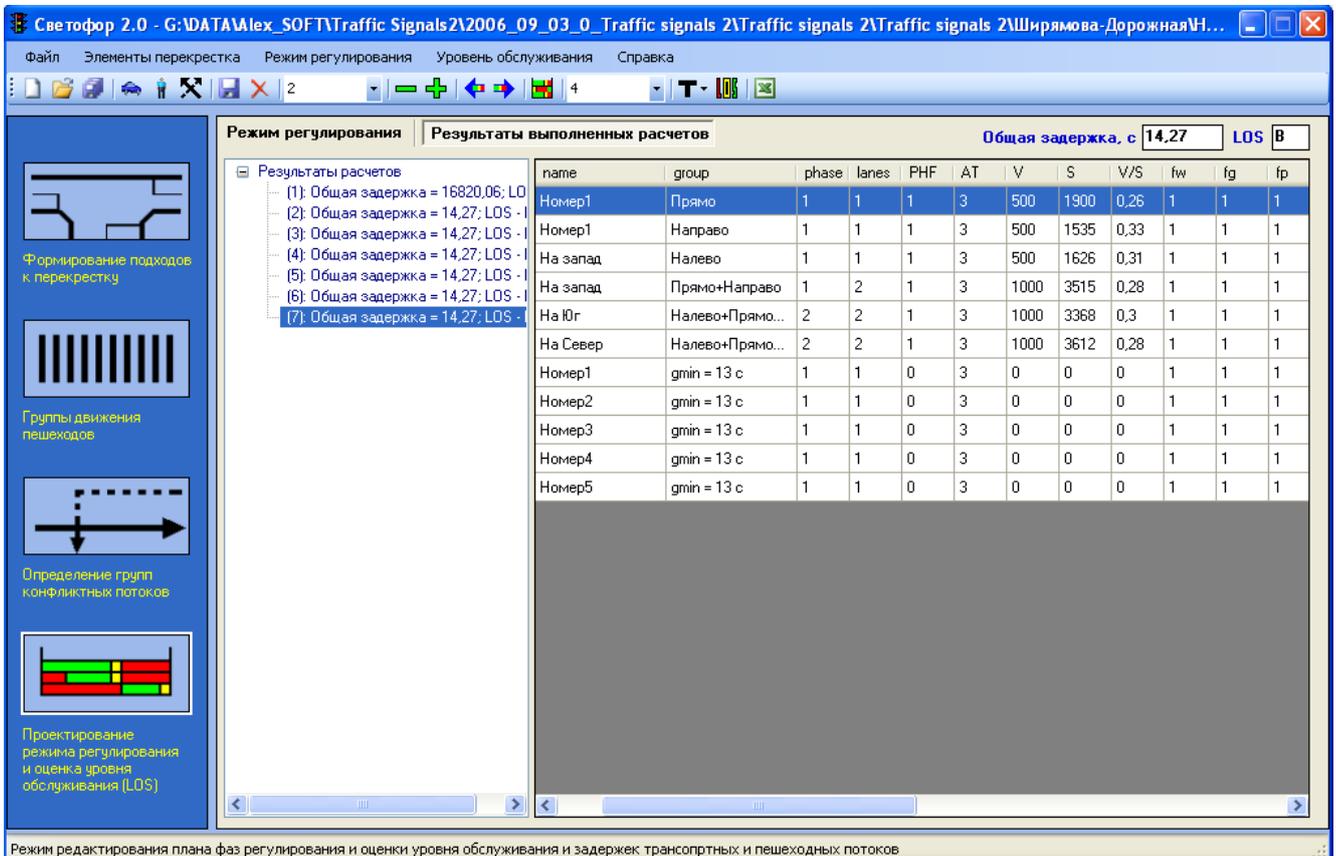


Рис. 5. Окно обзора выполненных расчетов

Microsoft Excel - Книга1

Введите вопрос

А38

1 **Режим светофорной сигнализации и оценка уровня обслуживания движения**

2 **на светофорном объекте:**

3

4 G:\DATA\Alex\_SOFT\Traffic Signals2\2006\_09\_03\_0\_Traffic signals 2\Traffic signals 2\Traffic signals 2\Шири

5

6 Транспортные потоки

Подход	Группа	g	r	y	V	c	d	LOS	da	LOSa
Номер1	Прямо	56	30	4	500	823	17	B	10	B
Номер1	Направо	14	30	4	500	1126	4	A	10	B
На запад	Налево	26	60	4	500	705	20	C	21	C
На запад	Прямо+Направо	52	30	4	1000	1289	22	C	21	C
На Юг	Налево+Прямо+Направ	8	30	4	1000	2133	6	A	6	A
На Север	Налево+Прямо+Направ	26	60	4	1000	1565	15	B	15	B

14

15 Пешеходные потоки

Подход	g	r	y	V	gmin	d	LOS
Номер1	26	60	4	0	13	9,63	A
Номер2	26	60	4	0	13	9,63	A
Номер3	56	30	4	0	13	9,63	A
Номер4	56	30	4	0	13	9,63	A
Номер5	42	60	4	0	13	2,7	A

22

23 **Длина цикла регулирования C, с** **60**

24 **Общая задержка на перекрестке g, с** **14**

25 **Общий уровень обслуживания, LOS** **B**

26

27 **Примечание:**

28 g - Момент окончания горения зеленого сигнала, с

29 r - Момент окончания горения красного сигнала, с

30 y - Длительность желтого сигнала, с

31 V - Интенсивность движения, прив.ед/ч (ед/ч)

32 c - Пропускная способность для группы движения, прив.ед/ч

33 d - Средняя задержка для группы движения, с/прив.ед (с/ед)

34 LOS - Уровень обслуживания для группы движения

35 da - Средняя задержка на одно транспортное средство для всего подхода к перекрестку, с

36 LOSa - Уровень обслуживания для подхода к перекрестку

37 gmin - Минимальная длительность зеленого сигнала для движения пешеходов

38

39

Лист1 / Лист2 / Лист3 /

**Рис. 6.** Экспорт текущего расчета в MS Excel

На этапе ввода данных о подходе к перекрестку необходимо внести следующие параметры:

1. **Количество групп движения.** При этом под группой движения понимается совокупность транспортных потоков (потоки налево, прямо и направо) на подходе к перекрестку, для которых движение разрешено в одной и той же фазе регулирования. В случае, если для какого-либо потока (например, левоповоротный) отводится выделенная полоса (полосы) движения, то такой поток задается отдельной группой. Так, например, для простого четырехстороннего пересечения (имеющего четыре подхода к перекрестку) максимально возможное количество групп движения составляет 12: на каждом подходе по три группы (налево, прямо, направо), для которых предназначено три разных светофора (основной, стрелка «налево» и

стрелка «направо»). Минимальное количество групп движения на четырехстороннем пересечении – четыре. В этом случае на каждом подходе имеется по одной группе (налево + прямо + направо), для каждой из которых предназначено по одному основному трехсекционному светофору.

2. **Тип прибытия.** Этот параметр определяет, насколько эффективно работает зеленая волна между рассматриваемым светофорным объектом и предыдущим по ходу движения (более подробно см. Приложение А).

3. **Пиковый фактор.** Пиковый фактор (коэффициент часового максимума) показывает, во сколько раз средняя часовая интенсивность в пиковый период меньше максимальной пиковой интенсивности движения измеренной в пиковый 15-ти минутный интервал в течение часа пик (более подробно см. Приложение Б).

4. **Уклон.** Параметр отражает уклон на рассматриваемом подходе к перекрестку по ходу движения транспортных потоков (задается процентах).

5. **Общее количество полос движения,** включая выделенные полосы налево и прямо.

6. **Выделенные полосы налево.** Количество полос движения, отведенных только для движения налево.

7. **Выделенные полосы направо.** Количество полос движения, отведенных только для движения направо.

8. **Интенсивности движения.** Интенсивности прибытия транспортных средств к перекрестку на рассматриваемом подходе по направлениям в прив.ед/ч. При необходимости интенсивность движения можно задать в физических единицах. Программа выполнит расчет приведенной интенсивности движения в прив.ед/ч с учетом специальных коэффициентов приведения, используемых непосредственно для пересечения данного типа.

9. **Центр города.** Параметр отражает тип территории, где расположен рассматриваемый светофорный объект. В случае, если светофорный объект расположен в центре города, программа выполнит соответствующее снижение пропускной способности, вызванное особенностями движения в центрах городов.

10. **Номер основной фазы.** В данной версии СВЕТОФОРа номер основной фазы предназначен для удобного распределения тактов регулирования на этапе проектирования режима регулирования (в случае сложной структуры режима регулирования данную опцию можно не использовать).

11. **Ширина полос.** Параметр отражает ширину каждой из полос группы движения.

12. **Вид группы движения.** Задается непосредственно сама группа движения (например, «налево» или «налево + прямо» и т.д.).

13. **Общественный транспорт.** Задается интенсивность общественного транспорта, останавливающегося на остановочном пункте, который расположен вблизи рассматриваемого светофорного объекта и по причине которого снижается пропускная способность группы движения.

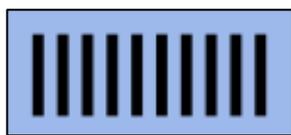
14. **Паркирование.** Задается число маневров, совершаемых транспортными средствами с целью паркирования (стоянки, кратковременного хранения) в зоне, имеющей влияние на пропускную способность рассматриваемой группы движения, в час.

Количество подходов к перекрестку неограниченно. Для случая обычного четырехстороннего перекрестка требуется четыре подхода, для Т - образного – три, а для регулируемого пешеходного перехода – два. Тем не менее, встречаются случаи, когда перекресток имеет сложную конфигурацию. В этом случае число подходов к перекрестку может быть больше четырех.

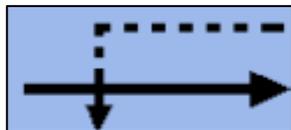
Для того, чтобы перейти к очередному или предыдущему этапу проектирования светофорного объекта в СВЕТОФОР необходимо использовать следующие кнопки:



- режим создания подходов к перекрестку,



- режим создания групп пешеходных потоков,



- режим определения групп конфликтных потоков,



- режим редактирования режима регулирования.

После того, как подходы к перекрестку были созданы, следующим этапом является этап внесения информации о пешеходных потоках (режим создания групп пешеходных потоков – рис. 2). При этом основные операции на данном этапе выполняются следующими кнопками:



- создать новый пешеходный поток,



- удалить пешеходный поток,



- сохранить изменение для рассматриваемого пешеходного потока.

На этапе введения информации о пешеходных потоках необходимо выполнить следующие действия:

1. **Длина пешеходного перехода.** В случае, если движение пешеходов через перекресток осуществляется в несколько этапов, то в качестве длины пешеходного перехода принимается длина перехода на том этапе, для которого был создан данный пешеходный поток.
2. **Ширина пешеходного перехода.** Задаёт ширину пешеходного перехода на этапе движения пешеходов, для которого был создан данный пешеходный поток.
3. **Число пересекаемых полос.** Число «входящих» полос движения транспортных потоков на подходе к перекрестку, которые необходимо преодолеть пешеходам на данном этапе. Этот параметр учитывается в случае, если движение поворотных транспортных потоков осуществляется одновременно с пешеходными под «стрелку».

4. **Интенсивность пешеходов.** Интенсивность прибытия пешеходов в час на данном этапе.
5. **Номер основной фазы.** Номер основной фазы предназначен для удобного распределения тактов регулирования на этапе проектирования режима регулирования (в случае сложной структуры режима регулирования данную опцию можно не использовать).
6. **Движение в течение всего цикла.** Используется, когда движение пешеходов не регулируется и имеет приоритет перед транспортными (поворотными) потоками.

Следующим этапом является режим определения групп конфликтных потоков (рис. 3). На данном этапе создаются группы «Второстепенный поток – Главный поток». При этом основные операции на данном этапе выполняются следующими кнопками:



- определить конфликтные потоки,



- удалить условия приоритета,



- сохранить изменение для рассматриваемого условия приоритета.

На этапе определения групп конфликтных потоков необходимо выполнить следующие действия:

1. **Второстепенный поток.** Выбирается группа движения, в которую входят потоки, которые должны уступать главным потокам (ниже описывается, как задаются главные потоки), если движение второстепенного и главного потоков осуществляется в одно и то же время. Например, если движение главного потока начинается на 20-й и заканчивается на 40-й секундах цикла регулирования, а второстепенного потока начинается на 30-й и заканчивается на 50-й секундах цикла регулирования, то для второстепенного потока с 30-й по 40-ую секунды расчетные параметры будут определяться с учетом необходимости данного потока уступать главному потоку. Далее (с 40-й по 50-ую секунды цикла) расчетные пара-

метры для второстепенного потока будут определяться без учета конфликта. На основе полученных расчетных параметров для этапов движений с конфликтом и без конфликта будут определены итоговые параметры.

2. **Главный поток (второстепенный – Налево).** Выбирается группа движения транспортных потоков, в которой присутствует транспортный поток, который является главным по отношению к левоповоротному потоку, входящему в рассматриваемую второстепенную группу движения (см. выше). Также здесь выбирается пешеходный поток (если необходимо), который является главным по отношению к левоповоротному потоку, входящему в рассматриваемую второстепенную группу движения (см. выше).

3. **Главный поток (второстепенный – Направо).** Выбирается группа движения транспортных потоков, в которой присутствует транспортный поток, который является главным по отношению к правоповоротному потоку, входящему в рассматриваемую второстепенную группу движения (см. выше). Также здесь выбирается пешеходный поток (если необходимо), который является главным по отношению к правоповоротному потоку, входящему в рассматриваемую второстепенную группу движения (см. выше).

Заключительным этапом является этап редактирования режима регулирования (рис. 4). На данном этапе для каждой из групп движения на всех подходах к рассматриваемому перекрестку, а также для всех пешеходных потоков, задаются параметры светофорной сигнализации ( $R_{end}$  – момент выключения красного сигнала,  $G_{end}$  – момент выключения зеленого сигнала,  $Y$  – длительность желтого сигнала), рассчитывается средняя задержка на одно транспортное средство (на одного пешехода), уровень обслуживания движения (см. Приложение В) и ряд других параметров транспортных и пешеходных потоков. При этом основные операции на данном этапе выполняются следующими элементами управления:



- элемент управления, с помощью которого определяется шаг смещения параметров режима регулирования в секундах,

-  - уменьшение зеленого времени на один шаг,
-  - увеличение зеленого времени на один шаг,
-  - смещение влево положения зеленого времени в цикле регулирования на один шаг,
-  - смещение вправо положения зеленого времени в цикле регулирования на один шаг,
-  - распределение зеленого времени по фазам (в данной версии используется для более удобного разделения групп движения и пешеходных потоков по фазам регулирования),
-  4  - потерянное время в фазе регулирования,
-  - длительность периода исследования транспортных и пешеходных потоков на рассматриваемом светофорном объекте,
- длительность цикла регулирования, для сохранения значения которой необходимо использовать кнопку ,
-  - расчет параметров транспортных и пешеходных потоков, используемых для оценки эффективности режима регулирования,
-  - экспорт основных расчетных параметров в MS Excel (рис. 6).
- для того, чтобы просмотреть результаты промежуточных расчетов и выбрать оптимальный вариант, необходимо перейти на вкладку «Результаты выполненных расчетов» (рис. 5),
-  - экспорт основных расчетных параметров в AutoCad (рис. 7, 8).
- оценка эффективности работы светофорного объекта в целом определяется по общей средней задержке регулирования и общему уровню обслуживания.

На этапе редактирования режима регулирования наряду с параметрами  $R_{end}$ ,  $G_{end}$  и  $Y$  также можно изменять следующие параметры:

1. **Потерянное время в фазе.** Под потерянным временем в фазе понимается сумма потерянного времени в начале фазы (после включения зеленого сигнала), т.е. стартовой задержки, и потерянного времени в конце фазы (после выключения зеленого сигнала). Часто данный параметр принимают равным 3 – 4 с, но от перекрестка к перекрестку это значение может меняться, что необходимо уточнять с помощью натурных исследований. Например, в случае, если манера вождения конкретном регионе является агрессивной (водители начинают движение раньше включения зеленого сигнала и заканчивают после истечения желтого), значение потерянного времени может достигать 1,5 с.

2. **Длительность периода обследования.** Этот параметр определяет длительность периода, в течение которого выполнялось обследование транспортных потоков на рассматриваемом пересечении (в минутах).

В процессе редактирования режима регулирования и оценки его эффективности определяется оптимальное положение тактов регулирования в цикле с учетом условий приоритета, а также оптимальная геометрическая конфигурация подходов к перекрестку.

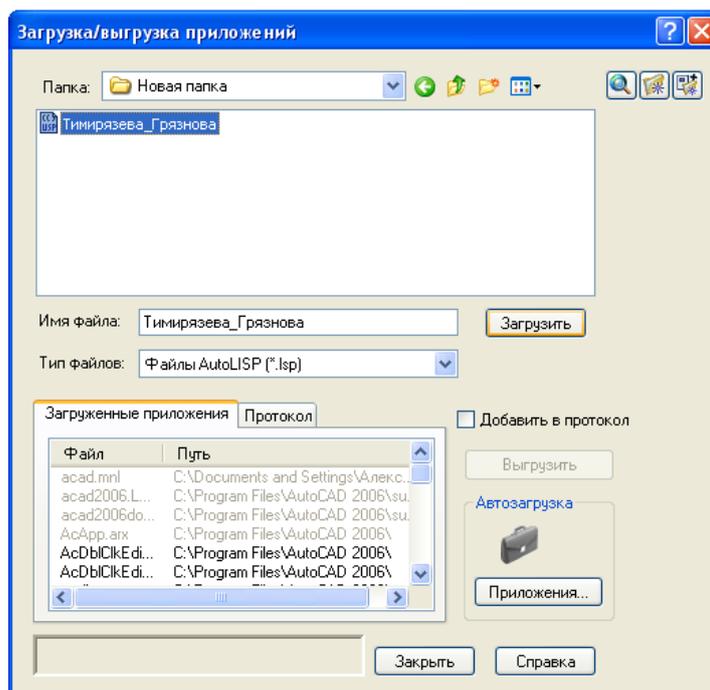
Помимо основных расчетных характеристик (задержка, уровень обслуживания) также представляется возможность анализировать дополнительный ряд параметров в разделе «Результаты выполненных расчетов» (см. рис. 5). В этом разделе для каждого из расчетов представлен следующий список параметров:

- Count – номер по порядку;
- Type – тип потока (автомобильный или пешеходный);
- Name – имя;
- Group – группа движения;
- Phase – номер основной фазы регулирования;
- Lanes – количество полос движения в группе;

- $P_{HF}$  – пиковый фактор (коэффициент часового максимума);
- $A_T$  – тип прибытия (приложение А);
- $V$  – приведенная интенсивность движения в группе движения (прив.ед/ч);
- $S$  – поток насыщения в группе движения (прив.ед/ч);
- $V/S$  – отношение интенсивности к потоку насыщения;
- $f_w$  – коэффициент приведения потока насыщения, учитывающий ширину полосы движения;
- $f_g$  – коэффициент приведения потока насыщения, учитывающий уклон;
- $f_p$  – коэффициент приведения потока насыщения, учитывающий влияние парковки на подходе к перекрестку;
- $f_{bb}$  – коэффициент приведения потока насыщения, учитывающий влияние остановок общественного транспорта;
- $f_a$  – коэффициент приведения потока насыщения, учитывающий тип территории;
- $f_{lu}$  – коэффициент приведения потока насыщения, учитывающий эффективность использования полос движения;
- $f_l$  – коэффициент приведения потока насыщения, учитывающий левоповоротные конфликтные потоки;
- $f_r$  – коэффициент приведения потока насыщения, учитывающий правоповоротные конфликтные потоки;
- $f_{lr}$  – коэффициент приведения потока насыщения, учитывающий влияние конфликтных пешеходных потоков на левоповоротный поток на подходе;
- $f_{rr}$  – коэффициент приведения потока насыщения, учитывающий влияние конфликтных пешеходных потоков на правоповоротный поток на подходе;
- $g_e$  – эффективная длительность зеленого времени;
- $g_e/C$  – отношение эффективной длительности зеленого времени к длительности цикла регулирования;
- $c$  – пропускная способность в группе движения (прив.ед/ч);
- $X$  – отношение « $V$ » к « $c$ » (уровень загрузки,  $V/c$ );

- $d1$  – составляющая задержки регулирования, при условии, что процесс прибытия транспортных средств к перекрестку носит постоянный характер (с/прив.ед);
- $d2$  – составляющая задержки регулирования, учитывающая случайность процесса прибытия транспортных средств к перекрестку (с/прив.ед);
- $delay$  – средняя задержка регулирования на одно транспортное средство в группе движения (с/прив.ед);
- $LOS$  – уровень обслуживания для группы движения;
- $d_a$  – средняя задержка регулирования на одно транспортное средство для всего подхода к перекрестку (с/прив.ед);
- $LOS_a$  – уровень обслуживания для всего подхода к перекрестку;
- $Q1$  – составляющая средней длины очереди на полосу, при условии, что процесс прибытия транспортных средств к перекрестку носит постоянный характер (ед.);
- $Q2$  – составляющая средней длины очереди на полосу, учитывающая случайность процесса прибытия транспортных средств к перекрестку (ед.);
- $Q$  – средняя длина очереди на полосу (ед.);
- $Q_{95\%}$  – 95%-ная длина очереди на полосу, показывающая 95% длины от максимальной очереди, которая может возникнуть на полосе (ед.).

Перечисленные параметры могут быть полезными не только при выполнении расчетов режимов регулирования, но также при изучении методики оценки эффективности режимов регулирования, представленной в руководстве по пропускной способности дорог HCM 2000 (Highway Capacity Manual 2000), которое было принято за основу при разработке данной программы.



**Рис. 7.** Загрузка приложения в формате \*.lsp

ПЕРЕСЕЧЕНИЕ: ул. Энгельса и ул. Карла Либкнехта



**Рис. 8.** Результат импорта файла в формате \*.lsp в программу AutoCad

Появившаяся в последней версии (2.0.1) опция экспорта режима светофорной сигнализации в AutoCad дополняет прежнюю возможность передачи данных в MS Excel (см. рис. 6). После выполнения расчета уровня обслуживания необходимо (кнопка ) сохранить параметры положения сигналов регулирования в файл с расширением \*.lsp (содержит элементарные команды на языке AutoLisp). В дальнейшем такое приложение можно загрузить различными способами в AutoCad.

Например, можно загрузить данное приложение вручную (рис. 7) через меню **СЕРВИС/Приложения**. В этом случае после нажатия кнопки «Загрузить» (см. рис. 7) необходимо несколько раз (до 15-ти раз) нажать клавишу «Заккрыть». При каждом нажатии будет выполняться ряд команд на языке AutoLisp. В результате в окне AutoCad будет прорисован режим работы светофорной сигнализации, включая необходимые отступы, надписи, наименования.

## Рекомендации к выполнению проектов режимов регулирования в программе СВЕТОФОР

Для разработки оптимального режима регулирования рекомендуется использовать следующую последовательность действий:

1. Внести все необходимые исходные данные (подходы, информация о пешеходах, группы конфликтных потоков);
2. Изменяя длительности зеленых сигналов, а также их местоположение в цикле, необходимо подобрать (например, уменьшая зеленое время одной фазы и увеличивая зеленое время другой фазы) оптимальное распределение времени цикла регулирования между фазами с точки зрения задержек по каждой из групп движения, а также общей задержки на подходе в целом. Следует отметить, что общую структуру фаз регулирования подбирает инженер. После того, как структура фаз выбрана, программа позволяет скорректировать ее.
3. Следующим этапом является подбор оптимальной длительности цикла регулирования. Уменьшая или увеличивая длительность цикла регулирования, подбирается его оптимальное значение, исходя из общей задержки на перекрестке (а также в группах движения). Кроме того, инженер сам может определить дополнительные критерии оптимальности при определении длительности цикла регулирования. Например, величина цикла не должна превышать 120 с (или минимальная длительность фазы регулирования не должна быть менее 10 с).
4. В случае, если при выбранном в программе оптимальном режиме регулирования и плане светофорной сигнализации для одной или нескольких групп движения уровень обслуживания (средняя задержка) не соответствует заданному (например, уровень E или F), это означает, что необходимо внести изменения на данном перекрестке. Такими изменениями могут быть следующие:

- увеличение количества полос (выделение специальных полос) для групп движения (потоков), уровень обслуживания движения для которых не соответствует желаемому;
  - изменения плана фаз регулирования, которые повлекут за собой исключение или образование конфликтных групп движения;
  - другие изменения (например, ввод островков безопасности), которые позволят упростить режим регулирования, а также позволят максимально эффективно использовать зеленое время.
5. После того, как все изменения сохранены, необходимо повторить действия, описанные в пунктах 2-4.

## **Дальнейшее развитие СВЕТОФОРа**

В следующих версиях планируется разработка нескольких модулей, которые позволят:

- сократить затраты времени при подготовке схем фаз регулирования для вывода их на печать;
- подбирать оптимальную длительность цикла регулирования для нескольких пересечений, что необходимо при введении координированного регулирования («зеленая волна»), и др. модули.

Следует отметить, что одним из основных факторов, влияющих на развитие программы, являются потребности пользователей программы в совершенствовании определенных возможностей программы.

## Приложение А

## ТИПЫ ПРИБЫТИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ К РЕГУЛИРУЕМОМУ ПЕРЕКРЕСТКУ

В табл. А.1 представлены 6 типов прибытия транспортных средств к регулируемому перекрестку, используемых в современной американской методике оценки эффективности регулируемых пересечений, которая принималась за основу при проектировании данного программного продукта.

Таблица А.1

Типы прибытия транспортных средств к регулируемому перекрестку

Тип прибытия	Пояснения
1	Плотный поток (более 80% всех автомобилей) прибывает к началу красного сигнала – низкая прогрессия
2	Умеренно плотный поток (40 – 80%) прибывает в течение красного сигнала – как правило, на изолированном перекрестке
3	Случайное прибытие, в котором наибольшая группа транспортных средств содержит не более 40% всех автомобилей
4	Умеренно плотный поток, прибывающий к середине зеленого сигнала, или распределенный поток, в котором 40 – 80 % прибывают в течение зеленого сигнала
5	Плотный поток прибывает (до 80%) к началу зеленого сигнала
6	Очень плотный поток проходит через группу регулируемых перекрестков, расположенных на небольшом расстоянии друг от друга

Тип прибытия лучше всего определяется при проведении полевых обследований. Тип прибытия должен быть определен по возможности наиболее точно, поскольку он имеет значительное влияние при определении величины задержки и оценке уровня обслуживания (LOS). В качестве параметра, характеризующего тип прибытия, используют величину отношения группы прибытия:

$$R_p = \frac{P}{\frac{g_i}{C}}, \quad (\text{A.1})$$

где  $R_p$  – отношение группы прибытия;

$P$  – Доля автомобилей, прибывших на зеленый сигнал;

$C$  – Цикл регулирования, с;

$g_i$  – длительность эффективного зеленого сигнала для группы движения.

Параметр  $P$  определяется при натурных обследованиях, при этом значения  $g_i$  и  $C$  вычисляются исходя из режима регулирования. Значение параметра  $P$  не может превышать 1,0.

**Таблица А.2**

Взаимосвязь между отношением группы прибытия и типом прибытия транспортных средств к регулируемому перекрестку

Тип прибытия	Диапазон отношения группы прибытия, ( $R_p$ )
1	$\leq 0,5$
2	$> 0,5 - 0,85$
3	$> 0,85 - 1,15$
4	$> 1,15 - 1,5$
5	$> 1,5 - 2,0$
6	$> 2,0$

Тип прибытия транспортных средств к регулируемому перекрестку определяется по табл. А.2.

В случае, когда рассматривается изолированный перекресток, принимается 3-й тип прибытия.

## Приложение Б

## ПИКОВЫЙ ФАКТОР

Интенсивность движения для каждого направления должна быть определена в пиковый период в течение 15-минутного обследования, что является типичным периодом, применяемым для обследования регулируемого перекрестка ( $T = 0,25$  ч). Если 15-минутные данные не известны, они могут быть получены по данным часового периода обследования ( $T = 1,0$  ч). При этом полученные значения необходимо разделить на пиковый фактор ( $PHF$ ):

$$v_p = \frac{V}{PHF}, \quad (\text{Б.1})$$

где  $v_p$  – интенсивность движения в течение пикового периода (прив.ед/ч);

$V$  – интенсивность движения в течение часового периода (прив.ед/ч);

$PHF$  – пиковый фактор (при отсутствии данных принимается равным  $PHF = 0,92$ ).

Пиковый фактор показывает, во сколько раз интенсивность, измеренная в течение часового периода обследования меньше интенсивности, измеренной в 15-минутный пиковый период, в течение которого интенсивность движения была наибольшей.

## Приложение В

## УРОВЕНЬ ОБСЛУЖИВАНИЯ (LOS)

Средняя величина задержки регулирования на один легковой автомобиль определяется для каждой группы, затем интегрируется в задержку регулирования на всем подходе, а затем - на перекрестке в целом. Уровень обслуживания (LOS) напрямую связан с задержкой регулирования. В табл. В.1 представлены уровни обслуживания движения транспортных потоков на регулируемом перекрестке и соответствующие им значения средних задержек регулирования.

Таблица В.1

Уровень обслуживания транспортных потоков для регулируемого перекрестка

LOS	Задержка регулирования (с/прив.ед)
A	$\leq 10$
B	10 - 20
C	20 - 35
D	35 - 55
E	55 - 80
F	$> 80$

Каждый из уровней обслуживания можно характеризовать следующим образом:

1. LOS A : Небольшая задержка регулирования – до 10 с/прив.ед. Имеет место, когда большая часть автомобилей проезжает на зеленый сигнал. Короткий цикл регулирования может быть причиной низкой задержки регулирования.
2. LOS B: Величина задержки регулирования находится в границах от 10 до 20 с/прив.ед. Имеет место при достаточно хорошей прогрессии или коротком цикле регулирования. Число остановившихся автомобилей возрастает по сравнению с LOS A.
3. LOS C: Величина задержки регулирования находится в границах от 20 до 35 с/прив.ед. Имеет место при длинном цикле регулирования и при низкой прогрессии. Число остановившихся автомобилей значительно, но, тем не менее, достаточное кол-во автомобилей проезжают перекресток без остановок.

4. LOS D: Величина задержки регулирования находится в границах от 35 до 55 с/прив.ед. Почти все автомобили останавливаются. Наличие высокого отношения интенсивности движения к пропускной способности. Влияние циклов с перенасыщением очень велико.
5. LOS E: Величина задержки регулирования находится в границах от 55 до 80 с/прив.ед. Перенасыщение в цикле регулирования учащается.
6. LOS F: Величина задержки регулирования находится в границах от 80 и более с/прив.ед. Такой уровень обслуживания рассматривается как неприемлемый для большинства водителей.

Для пешеходных потоков также существует система уровней обслуживания с соответствующими им диапазонами задержек (средняя задержка на одного пешехода в секундах). В табл. В.2 представлены уровни обслуживания для пешеходных потоков на регулируемом перекрестке.

**Таблица В.2**

Уровень обслуживания движения пешеходов для регулируемого перекрестка

LOS	Задержка регулирования (с/пеш)
A	≤10
B	10 - 20
C	20 - 30
D	30 - 40
E	40 - 60
F	>60