

Д.т.н. Г.С. Бродский, Н.С.Виноградова

Качество планов управления светофорными объектами

Введение

В настоящее время подавляющее большинство светофорных объектов работает в режиме календарной автоматики. При этом, в основном, светофорные контроллеры, обладают техническими возможностями автономной реализации большого количества временных таблиц (от 8 до 64). Практически, однако, эти возможности зачастую недоиспользуются. Во многих случаях смена режима работы светофорного объекта производится, как максимум, трижды в день, причем существует два комплекта планов: для будней и выходных. Комплекты временных таблиц в целом обновляются, по большей части, один раз в 2-3 года. Такая ситуация, как ни странно, характерна не только для России, но и для США, где подавляющее большинство контроллеров способно автономно осуществлять смену 64 режимов работы светофорного объекта в неделю. На наш взгляд, использование малого количества режимов работы в практике управления светофорными объектами объясняется четырьмя причинами:

- недостаточными данными об особенностях изменения транспортных запросов в городских условиях
- высокой трудоемкостью проведения соответствующих оптимизационных расчетов;
- трудностью проверки работоспособности новых временных таблиц в натуре;
- недооценкой возможностей снижения напряженности дорожного движения за счет реализации оптимальной работы светофорного объекта а режиме календарной автоматики.

Целью настоящей работы является определение рационального подхода к формированию пактеов временных таблиц для светофорных объектов с учетом типичных, для городских условий, транспортных запросов.

Методы проверки эффективности временных таблиц, полученных в результате оптимизационных расчетов.

В настоящее время используются, как правило, органолептические методы проверки эффективности временных таблиц на натуре. Эксперт, на основании наблюдений, оценивает, насколько предлагаемый режим работы светофорного объекта позволяет справиться с обслуживанием дорожного движения на пересечении. Существуют методы формализованной оценки, определяемые понятием «уровень обслуживания» (НСМ2000, гл.2), но однако, и в этом случае превалируют качественные характеристики, определяемые методом экспертных оценок.

Между тем выбор временной таблицы в процессе оптимизационного расчета обуславливается строгими количественными критериями. Очевидно, что зачастую расчетный оптимум не совпадет с экспертно определенным, хотя бы в силу статистических соображений. Естественно, эксплуатирующие организации отмечают высокую трудоемкость проверки и отладки расчетных временных таблиц на натуре.

Существенно снизить эту трудоемкость позволяет отладка режимов работы светофорных объектов с использованием имитационного моделирования. Однако здесь возникает вопрос соответствия модели натуре; если это соответствие неполное, то и результаты проверки эффективности той или иной временной таблицы могут оказаться ошибочными.

Поэтому нами была поставлена задача определения адекватности имитационного моделирования. В качестве критерия адекватности использовалось сравнение результатов видеонаблюдения с моделью; при этом контролировалось также соответствие входных параметров моделирования измеренным величинам.

Мы убедились, что, при условии внимательной комплектации модели исходными данными, можно добиться весьма убедительного соответствия натуре, особенно если при анализе будет принята во внимание естественная динамика интенсивности движения.

Технические средства организации дорожного движения (ТСОДД), или светофорные контроллеры, установленные на перекрестках, имеют свои аппаратные ограничения. Как правило, эти ограничения определяют количество планов управления перекрестком (программ), которые могут быть загружены, и вызываться в зависимости от необходимости, либо по календарному расписанию (например: контроллер ДКМ позволяет опереировать одним планом, ДКС-8 планами, АДК-170 – 64 временных интервала, но 18 различных планов). Вместе с тем, для оптимального управления перекрестком в зависимости от транспортных запросов зачастую требуется до 120 планов в неделю. Автоматически рассчитать это количество планов возможно с использованием программного комплекса Artery. Соответственно, в условиях аппаратных ограничений, необходимо применять методы сокращения количества планов управления.

Версия Artery 3.2 позволяет применить 2 метода сокращения количества планов управления:

1-й метод: сокращение количества различных планов управления светофорным объектом производится на стадии расчета таблиц интенсивностей транспортных потоков. Основная задача, решаемая при построении таблиц интенсивностей - нахождение характерных временных интервалов на протяжении которых интенсивность движения существенно не меняется. В результате каждому временному интервалу ставится в соответствие свой набор интенсивностей транспортных потоков. На основании сравнения наборов интенсивностей, соответствующих разным временным интервалам, последние объединяются в группы, и далее, после проведения оптимизационного расчета, им будет соответствовать один план управления.

2-й метод: сокращение количества различных планов управления светофорным объектом производится после проведения оптимизационного расчета, в результате которого для каждого временного интервала определяется свой план управления, характеризующийся длительностями цикла, фаз, смещением. Далее все рассчитанные планы и сравниваются между собой, наиболее близкие из них объединяются в группы, и заменяются одним планом управления, с длительностями цикла, фаз и смещением, полученными в результате усреднения.

Сокращение количества планов, может привести к ухудшению транспортной обстановки на перекрестке по сравнению с оптимальной, обеспечиваемой применением полного комплекта рассчитанных планов. Проведем соответствующее сравнение, и, с использованием программы для макромоделирования транспортных потоков (Transyt – 7FR) определим количественно меру этого ухудшения. При этом будем использовать два описанных выше метода и сравнивать полученные наборы планов как между собой, так и с исходным, несокращенным набором, определенным результате оптимизационного расчета.

Для анализа транспортной обстановки будем использовать следующие показатели технико-экономической эффективности:

- Задержка (а-ч/ч)
- Потребление топлива (л\ч)

Для тестового расчета был взят реальный перекресток в городе Нижнем Новгороде, инструментальное наблюдение за режимами движения на котором проводилось авторами в течение 2 лет.

При установке контроллера АДК-170 возможно использовать не более 18 различных независимых планов управления на 64 временных интервалах в течение недели. Иными словами, все дни недели должны быть разбиты на временные интервалы, так, чтобы их количество не превышало 64, и на этих интервалах можно применить не более 18 планов.

При установке контроллера ДКС возможно использовать не более 8 планов. При этом используется один и тот же набор из 8 планов на каждый день недели. При проведении данного расчета используем 2 алгоритма оптимизации: алгоритм Transyt и алгоритм AGA.

Рассмотрим результаты, полученные при применении 1 –го и 2-го методов сокращения различных планов управления с учетом возможностей ТСОДД, а также применение не более 8 одинаковых планов каждый день.

Результаты представлены ниже в таблицах и диаграммах.

Таблица 1.

Задержка (а-ч/ч) Значение для различных наборов планов управления перекрестком

	Интервал		Задержка (а-ч/ч)					
	Начало	Конец	текущий	оптимальный	64 в 18 (1 метод)	64 в 18 (2 метод)	8 в день (transyt)	8 в день (aga)
Понедельник	0:00	1:05	3	3	3	3	3	4
Понедельник	1:05	5:40	2	2	2	2	2	2
Понедельник	5:40	6:22	4	4	4	4	4	4
Понедельник	6:22	6:55	11	10	11	10	12	11
Понедельник	6:55	7:30	37	31	28	28	31	47
Понедельник	7:30	11:05	92	66	74	73	76	94
Понедельник	11:05	18:07	138	100	105	106	103	165
Понедельник	18:07	18:50	86	45	55	48	58	91
Понедельник	18:50	20:20	64	37	42	37	43	76
Понедельник	20:20	21:40	15	15	15	15	15	17
Понедельник	21:40	0:00	7	7	8	7	8	9
Вторник	0:00	6:20	2	2	2	2	2	2
Вторник	6:20	6:50	10	9	9	9	10	10
Вторник	6:50	7:25	69	46	65	46	46	68
Вторник	7:25	8:25	184	131	136	133	131	142
Вторник	8:25	9:30	169	146	153	152	153	180
Вторник	9:30	16:20	237	190	190	190	191	221
Вторник	16:20	20:04	116	86	94	93	85	113
Вторник	20:04	20:45	56	38	42	40	38	55
Вторник	20:45	21:45	20	17	17	17	17	18
Вторник	21:45	0:00	9	9	9	9	9	10
Среда	0:00	6:08	2	2	2	2	2	2
Среда	6:08	6:55	9	9	9	9	10	9
Среда	6:55	7:39	102	62	64	62	73	62
Среда	7:39	11:15	170	127	128	129	160	142
Среда	11:15	17:45	192	153	153	153	153	183
Среда	17:45	18:20	183	128	128	129	134	163
Среда	18:20	18:50	176	77	76	76	122	147
Среда	18:50	19:50	163	119	121	121	121	145
Среда	19:50	20:30	135	94	98	97	97	111
Среда	20:30	21:20	36	24	25	25	25	25
Среда	21:20	22:35	18	17	19	18	16	18
Среда	22:35	0:00	8	8	8	8	8	10
Четверг	0:00	6:13	3	2	2	2	2	3
Четверг	6:13	6:55	8	8	8	8	8	8
Четверг	6:55	7:25	40	36	31	31	34	52
Четверг	7:25	11:20	152	122	122	122	122	154
Четверг	11:20	17:15	251	197	196	196	197	224
Четверг	17:15	19:15	261	188	194	196	199	209

Четверг	19:15	19:55	200	128	149	128	147	137
Четверг	19:55	20:25	132	84	92	86	90	87
Четверг	20:25	22:25	68	33	38	33	41	50
Четверг	22:25	23:20	29	18	19	17	22	19
Четверг	23:20	0:00	8	7	7	8	7	8
Пятница	0:00	2:00	4	4	3	3	3	4
Пятница	2:00	6:06	2	2	2	2	2	2
Пятница	6:06	6:45	10	9	9	9	10	10
Пятница	6:45	7:16	48	32	29	29	31	63
Пятница	7:16	8:40	118	86	88	88	90	108
Пятница	8:40	9:20	170	141	140	148	151	163
Пятница	9:20	14:45	207	161	161	161	161	192
Пятница	14:45	15:30	67	46	46	50	75	91
Пятница	15:30	16:10	62	41	43	43	69	77
Пятница	16:10	18:40	47	27	30	27	42	59
Пятница	18:40	20:55	91	50	53	52	59	57
Пятница	20:55	21:35	56	22	22	22	28	28
Пятница	21:35	22:15	28	20	19	19	21	19
Пятница	22:15	0:00	13	13	11	13	11	12
Суббота	0:00	1:00	6	6	6	6	6	6
Суббота	1:00	1:50	4	4	4	4	4	4
Суббота	1:50	6:20	2	2	2	2	2	2
Суббота	6:20	6:50	7	7	7	7	9	7
Суббота	6:50	7:30	11	10	10	10	11	11
Суббота	7:30	8:20	20	16	16	17	22	40
Суббота	8:20	8:55	21	17	17	18	29	50
Суббота	8:55	10:15	37	26	31	36	49	82
Суббота	10:15	15:25	65	46	52	46	71	83
Суббота	15:25	18:20	38	27	28	32	39	72
Суббота	18:20	18:55	43	29	32	29	37	50
Суббота	18:55	19:25	25	18	19	19	26	49
Суббота	19:25	20:00	21	16	16	17	24	52
Суббота	20:00	20:55	13	12	12	11	15	28
Суббота	20:55	0:00	9	9	9	9	9	11
Воскресенье	0:00	0:45	7	7	7	7	7	7
Воскресенье	0:45	1:15	4	4	4	4	4	4
Воскресенье	1:15	1:45	3	3	3	3	3	3
Воскресенье	1:45	6:25	2	2	2	2	2	2
Воскресенье	6:25	7:40	4	4	4	4	5	5
Воскресенье	7:40	8:35	5	4	4	4	7	9
Воскресенье	8:35	9:05	7	7	8	7	11	31
Воскресенье	9:05	10:45	10	10	10	9	15	49
Воскресенье	10:45	11:20	13	12	14	12	22	76
Воскресенье	11:20	14:24	30	23	27	23	58	125

Воскресенье	14:24	18:20	32	30	25	26	49	104
Воскресенье	18:20	20:15	22	20	23	22	44	107
Воскресенье	20:15	20:50	12	12	12	12	16	33
Воскресенье	20:50	22:15	10	10	10	10	16	27
Воскресенье	22:15	22:45	9	9	11	9	11	18
Воскресенье	22:45	0:00	7	6	6	6	8	10

График 1.

Задержка (а-ч/ч) значения для различных наборов планов управления (понедельник)

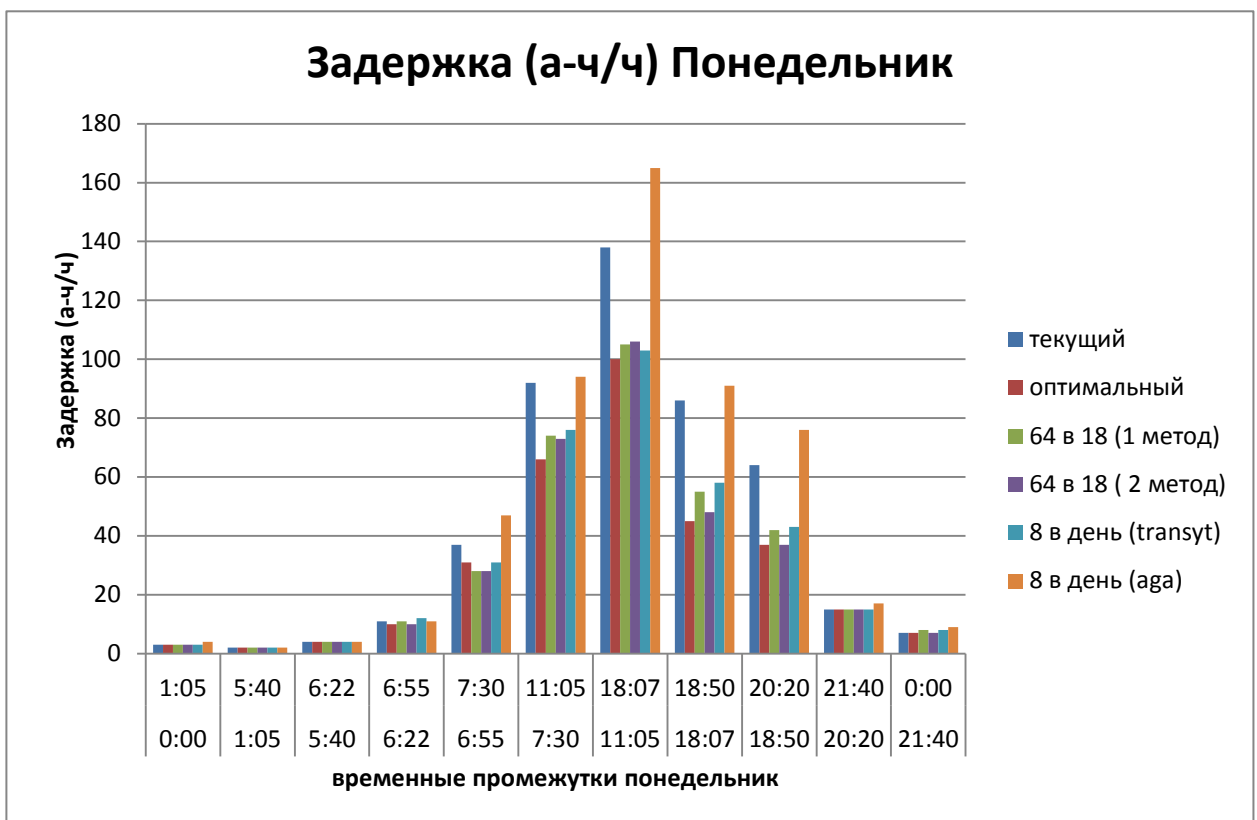


График 2.

Задержка (а-ч/ч) значения для различных наборов планов управления (вторник)

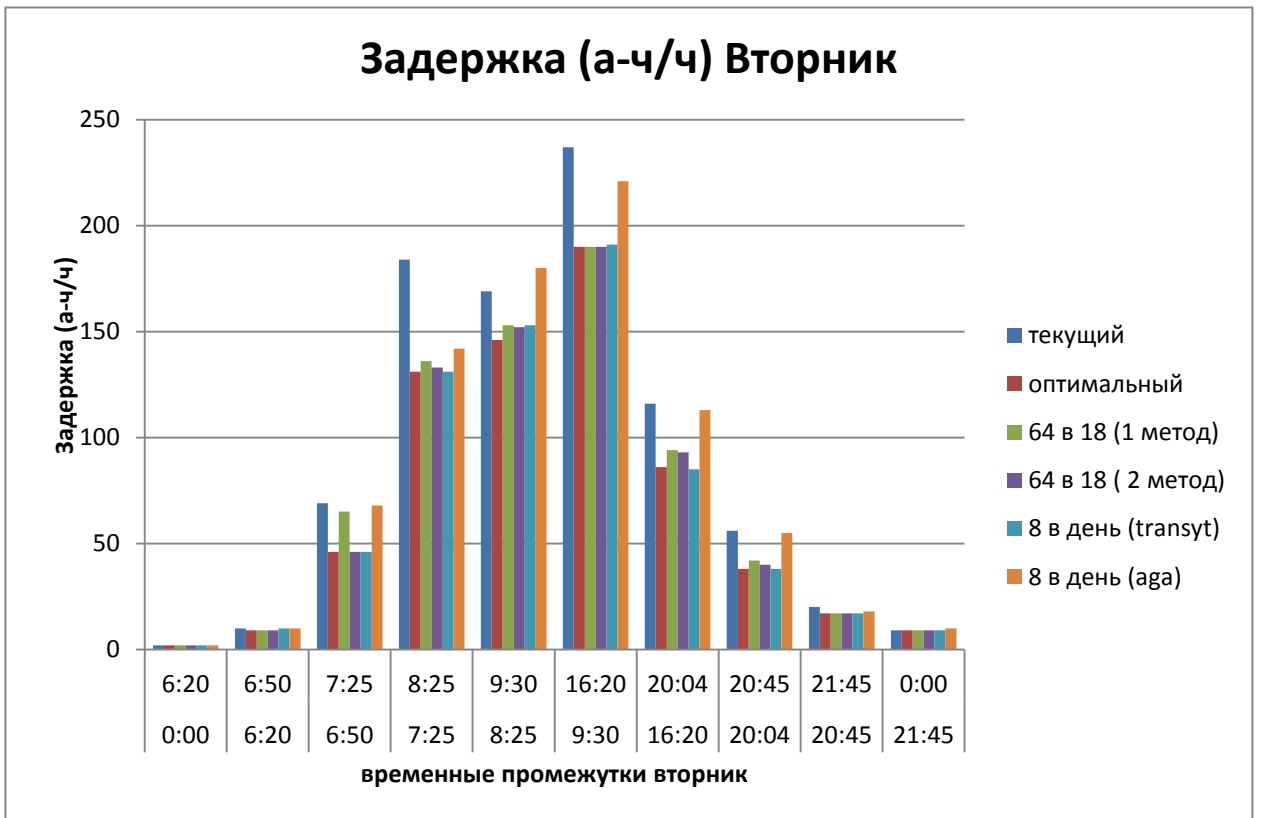


График 3.

Задержка (а-ч/ч) значения для различных наборов планов управления (среда)

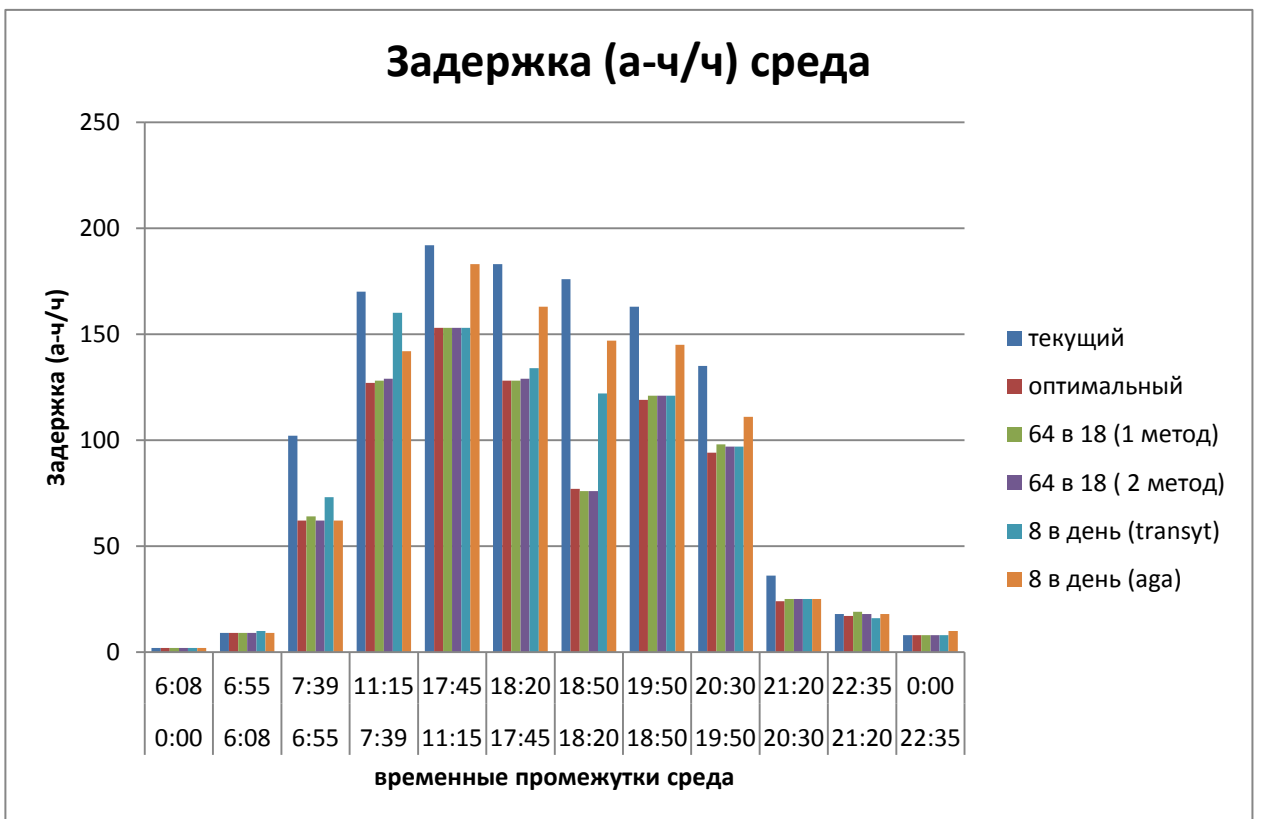


График 4.

Задержка (а-ч/ч) значения для различных наборов планов управления (четверг)

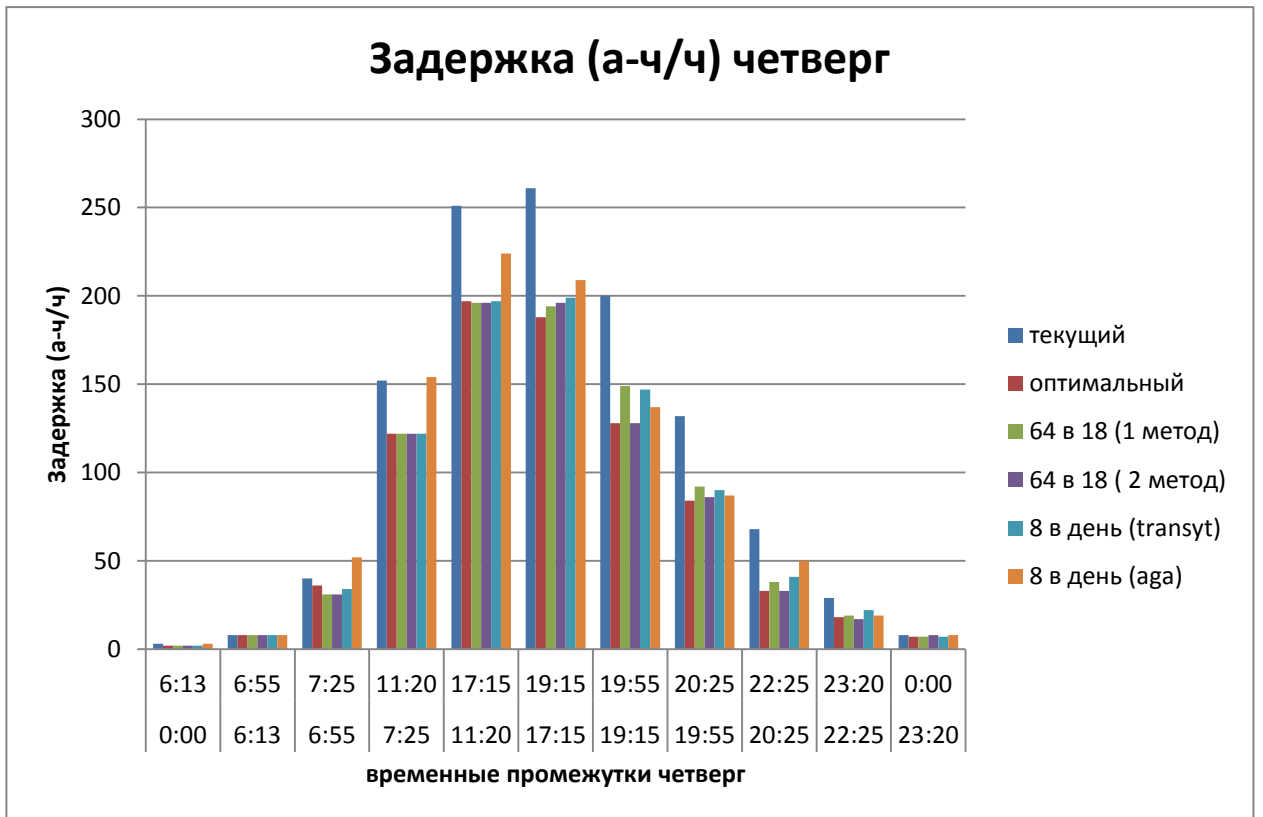


График 5.

Задержка (а-ч/ч) значения для различных наборов планов управления (пятница)

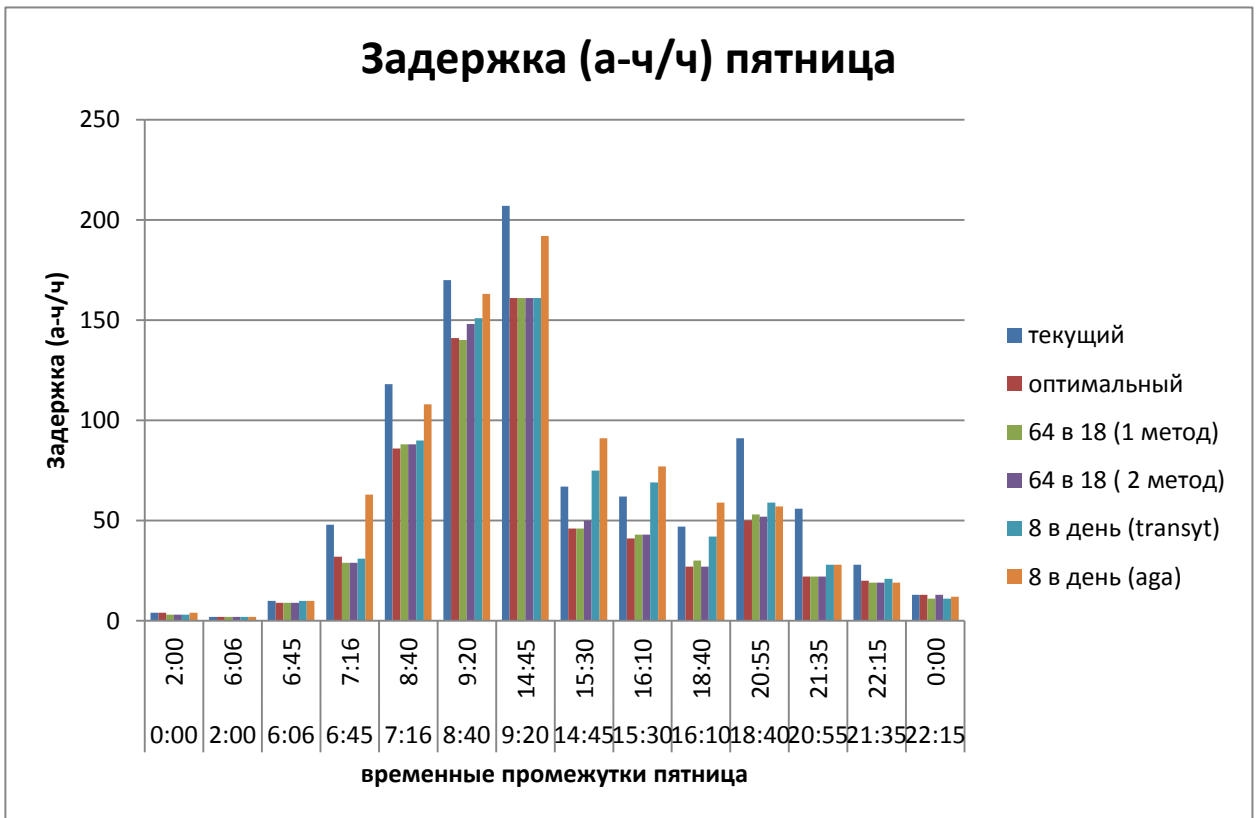


График 6.

Задержка (а-ч/ч) значения для различных наборов планов управления (суббота)

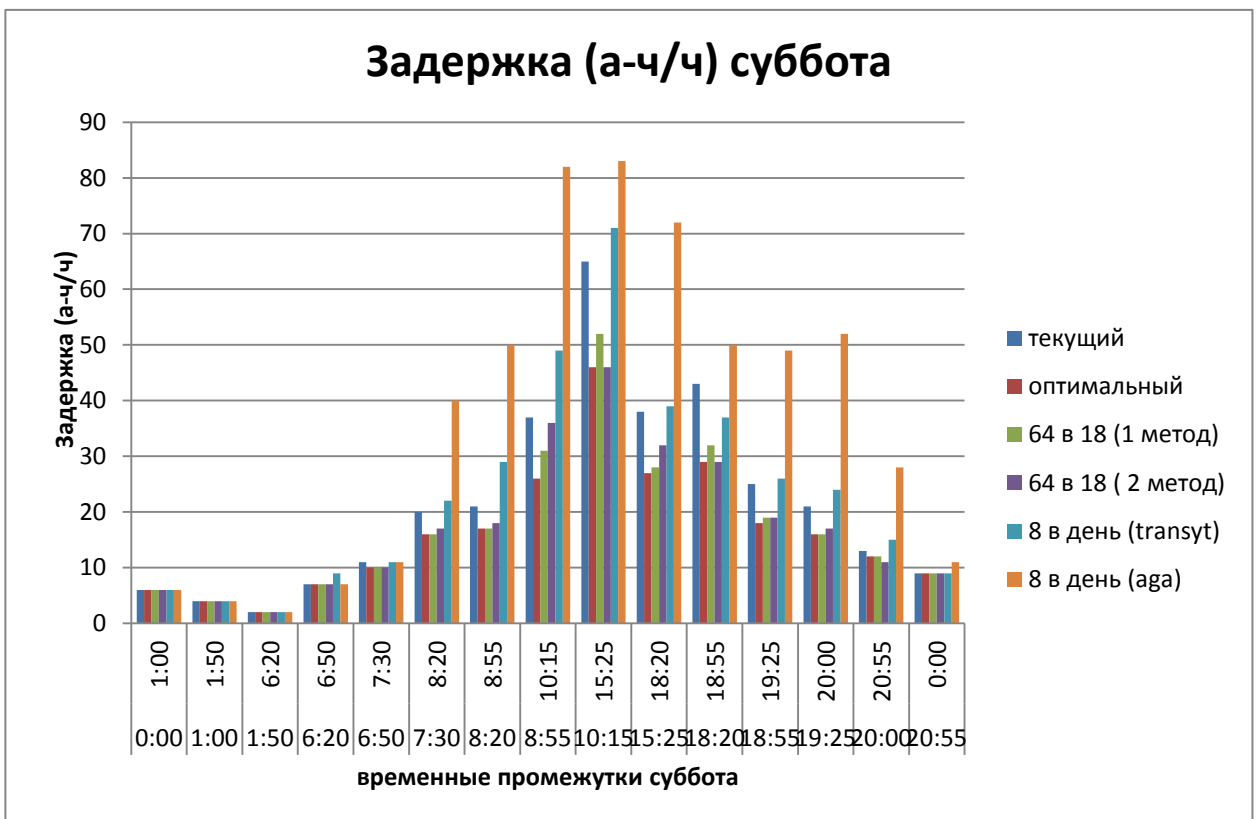


График 7.

Задержка (а-ч/ч) значения для различных наборов планов управления (воскресенье)

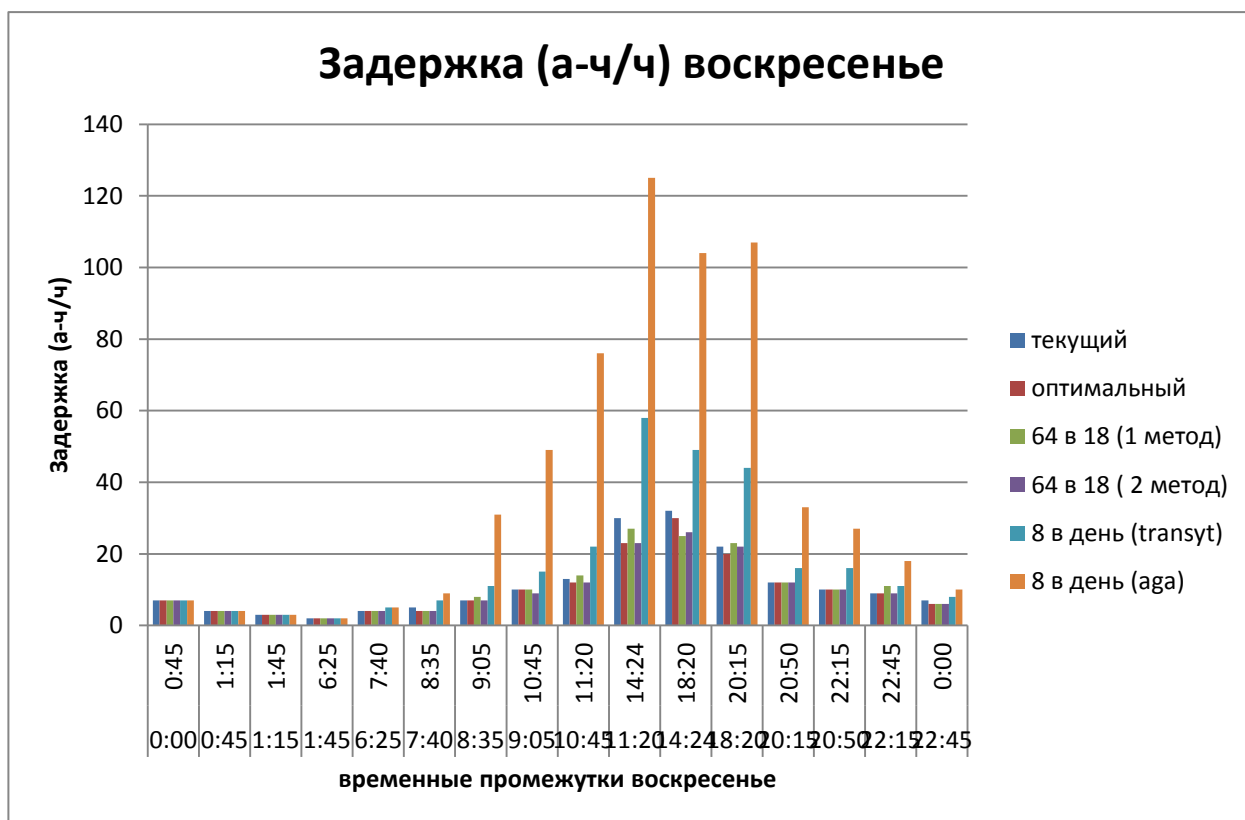


Таблица 2.

Потребление топлива (л\ч). Значение для различных наборов планов управления перекрестком

	Интервал		Потребление топлива (л\ч)					
	Начало	Конец	текущий	оптимальный	64 в 18 (1 метод)	64 в 18 (2 метод)	8 в день (transyt)	8 в день (aga)
Понедельник	0:00	1:05	39	38	38	38	38	39
Понедельник	1:05	5:40	22	21	21	21	21	22
Понедельник	5:40	6:22	45	44	44	44	44	45
Понедельник	6:22	6:55	97	94	95	95	102	97
Понедельник	6:55	7:30	202	189	180	183	189	234
Понедельник	7:30	11:05	375	305	325	321	329	382
Понедельник	11:05	18:07	514	412	426	427	419	591
Понедельник	18:07	18:50	352	236	268	247	275	362
Понедельник	18:50	20:20	286	209	227	210	228	313
Понедельник	20:20	21:40	116	112	112	112	113	119
Понедельник	21:40	0:00	73	73	73	73	74	76

Вторник	0:00	6:20	26	25	25	25	25	26
Вторник	6:20	6:50	86	85	85	85	88	87
Вторник	6:50	7:25	303	246	300	246	246	306
Вторник	7:25	8:25	643	502	512	507	502	532
Вторник	8:25	9:30	609	548	565	561	565	641
Вторник	9:30	16:20	805	679	678	679	681	763
Вторник	16:20	20:04	449	370	389	385	369	444
Вторник	20:04	20:45	264	217	226	221	217	263
Вторник	20:45	21:45	139	127	127	128	126	130
Вторник	21:45	0:00	83	82	82	82	83	85
Среда	0:00	6:08	28	28	28	28	28	28
Среда	6:08	6:55	84	82	83	83	87	84
Среда	6:55	7:39	395	293	299	294	325	298
Среда	7:39	11:15	604	489	490	494	572	526
Среда	11:15	17:45	672	567	567	567	569	651
Среда	17:45	18:20	640	489	491	492	510	590
Среда	18:20	18:50	611	331	329	329	462	529
Среда	18:50	19:50	586	469	472	472	474	542
Среда	19:50	20:30	498	389	395	395	401	438
Среда	20:30	21:20	195	158	163	160	160	162
Среда	21:20	22:35	133	128	131	131	127	130
Среда	22:35	0:00	79	78	78	78	79	82
Четверг	0:00	6:13	30	30	30	30	30	30
Четверг	6:13	6:55	77	76	75	75	77	77
Четверг	6:55	7:25	213	205	190	191	198	249
Четверг	7:25	11:20	553	473	475	473	475	563
Четверг	11:20	17:15	846	695	694	695	697	772
Четверг	17:15	19:15	868	669	684	687	698	730
Четверг	19:15	19:55	687	489	545	490	543	518
Четверг	19:55	20:25	487	358	378	365	372	367
Четверг	20:25	22:25	290	199	212	199	217	243
Четверг	22:25	23:20	166	134	140	132	147	139
Четверг	23:20	0:00	77	72	72	73	74	75
Пятница	0:00	2:00	41	41	41	41	41	41
Пятница	2:00	6:06	27	27	27	27	27	27
Пятница	6:06	6:45	87	87	86	86	89	88
Пятница	6:45	7:16	235	195	182	182	189	277
Пятница	7:16	8:40	451	368	371	373	376	429
Пятница	8:40	9:20	608	532	529	549	558	592
Пятница	9:20	14:45	715	591	591	592	593	676
Пятница	14:45	15:30	298	247	246	257	318	366
Пятница	15:30	16:10	279	227	234	230	296	324
Пятница	16:10	18:40	229	177	186	176	216	267

Пятница	18:40	20:55	365	254	261	258	280	276
Пятница	20:55	21:35	246	152	152	152	170	170
Пятница	21:35	22:15	165	142	141	142	148	141
Пятница	22:15	0:00	108	103	102	106	103	102
Суббота	0:00	1:00	61	61	61	61	61	61
Суббота	1:00	1:50	42	42	42	42	42	42
Суббота	1:50	6:20	29	29	29	29	29	29
Суббота	6:20	6:50	71	67	72	72	76	69
Суббота	6:50	7:30	94	88	90	89	91	91
Суббота	7:30	8:20	137	124	127	126	143	189
Суббота	8:20	8:55	142	130	132	132	165	225
Суббота	8:55	10:15	200	174	190	204	235	329
Суббота	10:15	15:25	290	243	262	246	304	342
Суббота	15:25	18:20	202	174	177	191	207	298
Суббота	18:20	18:55	216	183	191	184	202	240
Суббота	18:55	19:25	155	137	139	139	160	224
Суббота	19:25	20:00	142	126	127	127	150	227
Суббота	20:00	20:55	108	101	102	100	113	149
Суббота	20:55	0:00	84	82	83	82	83	87
Воскресенье	0:00	0:45	70	69	69	68	71	69
Воскресенье	0:45	1:15	48	47	47	47	48	48
Воскресенье	1:15	1:45	40	39	39	39	39	40
Воскресенье	1:45	6:25	25	25	25	25	25	25
Воскресенье	6:25	7:40	48	47	47	47	50	50
Воскресенье	7:40	8:35	51	50	50	50	58	61
Воскресенье	8:35	9:05	70	70	70	70	82	138
Воскресенье	9:05	10:45	89	88	88	87	106	197
Воскресенье	10:45	11:20	107	105	109	104	137	280
Воскресенье	11:20	14:24	179	159	170	159	256	439
Воскресенье	14:24	18:20	186	181	169	171	239	386
Воскресенье	18:20	20:15	149	145	152	149	215	382
Воскресенье	20:15	20:50	101	100	101	100	112	159
Воскресенье	20:50	22:15	89	88	89	89	106	137
Воскресенье	22:15	22:45	85	83	88	83	89	109
Воскресенье	22:45	0:00	68	67	67	67	70	76

График 8.

Потребление топлива (л\ч). Значения для различных наборов планов управления (понедельник)

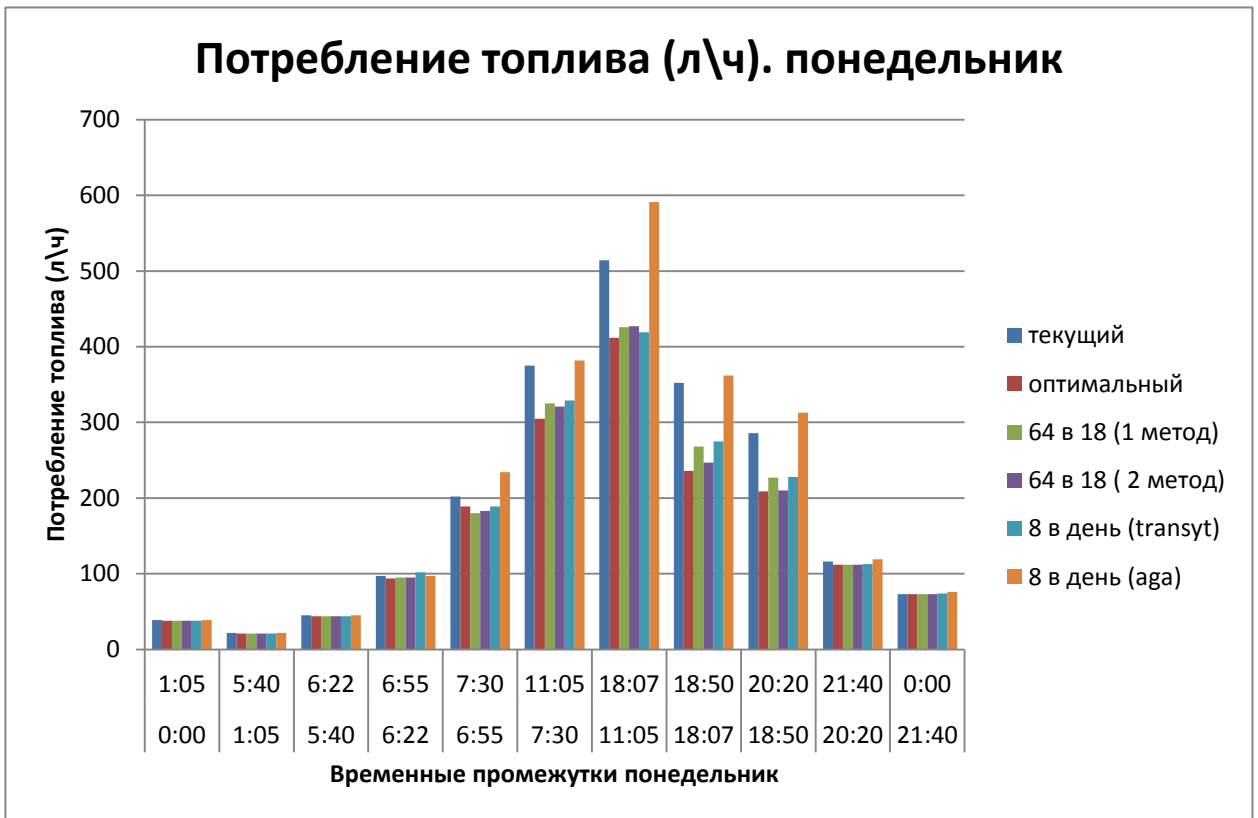


График 9.

Потребление топлива (л\ч). Значения для различных наборов планов управления (вторник)

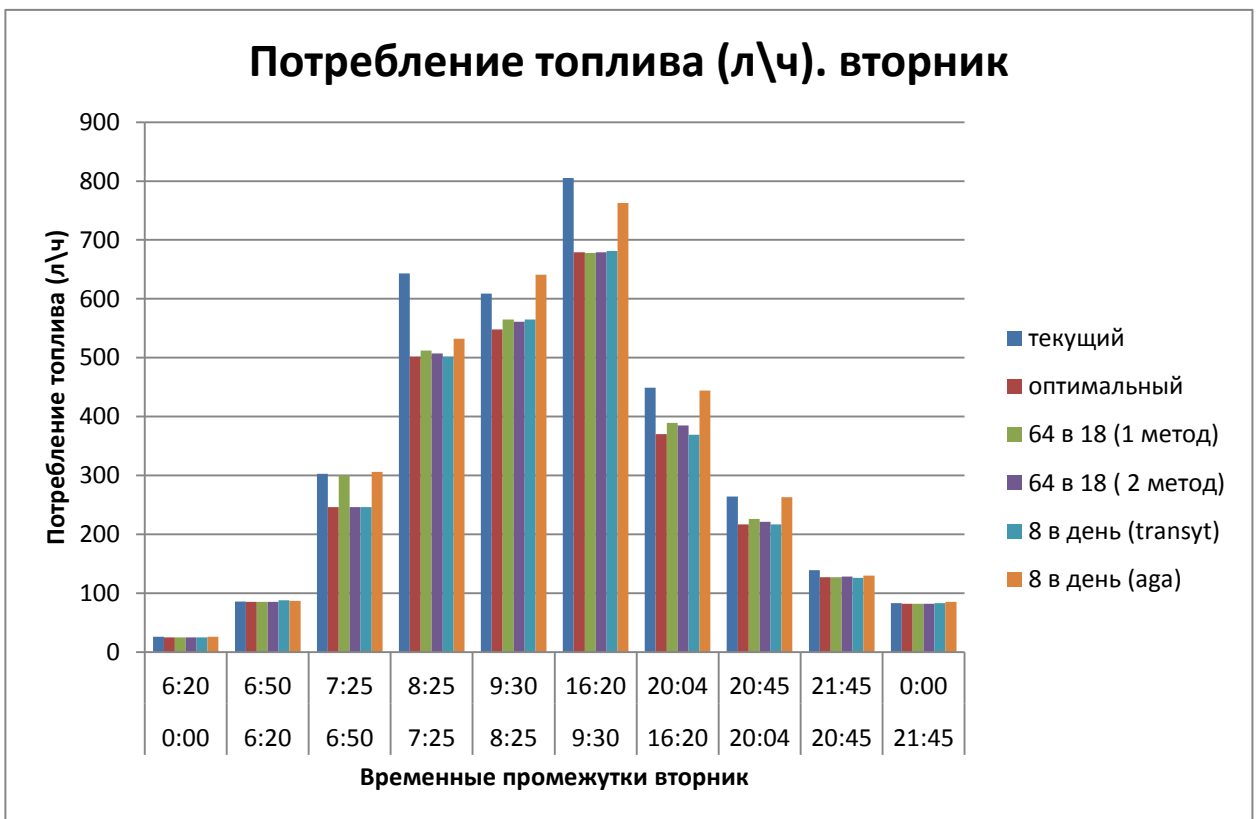


График 10.

Потребление топлива (л\ч). Значения для различных наборов планов управления (среда)

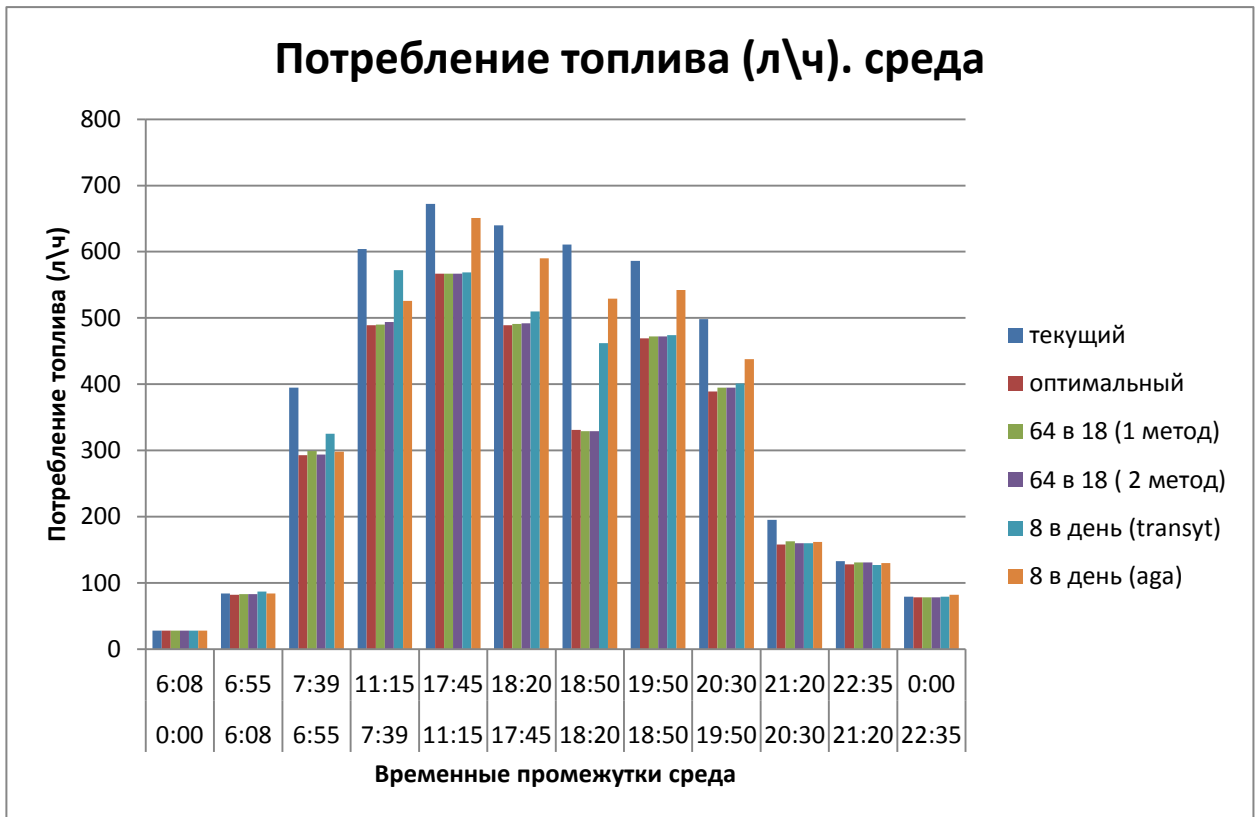


График 11.

Потребление топлива (л\ч). Значения для различных наборов планов управления (четверг)

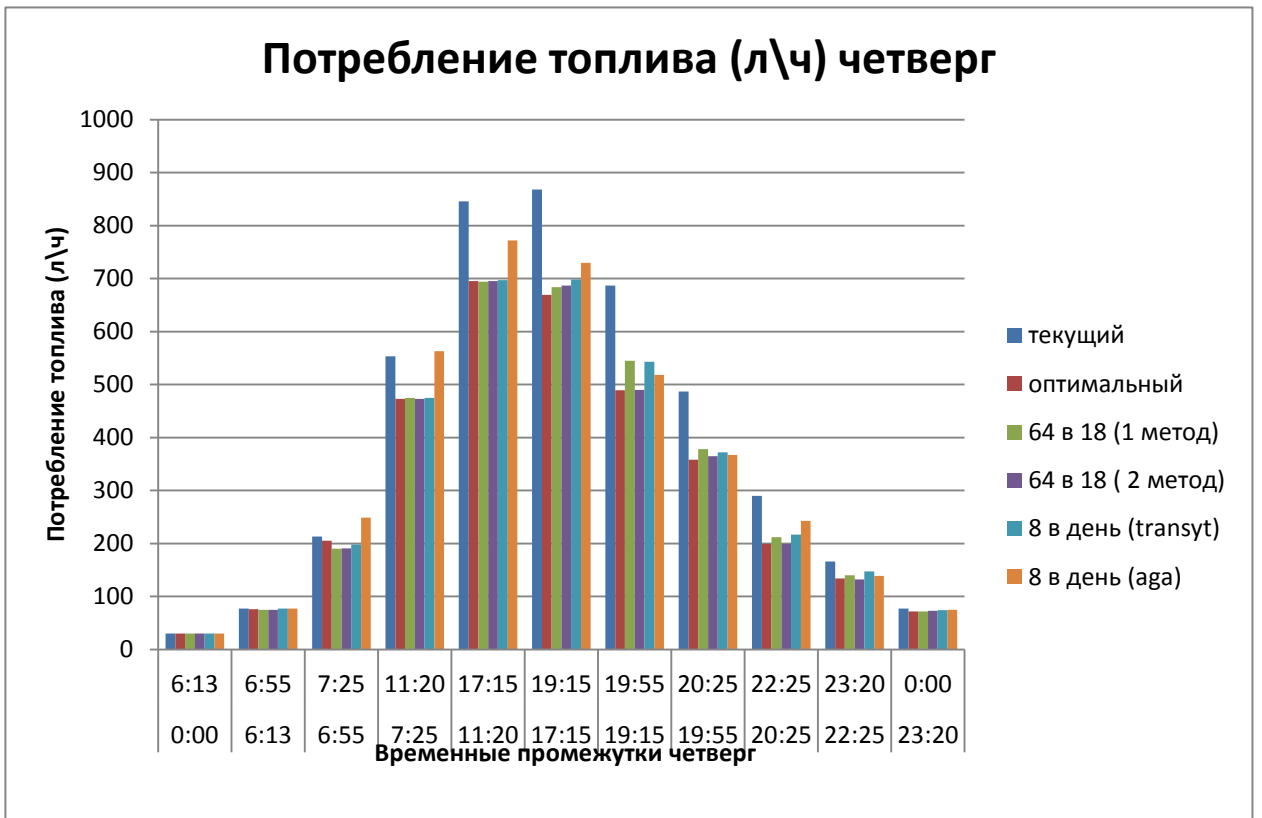


График 12.

Потребление топлива (л\ч). Значения для различных наборов планов управления (пятница)

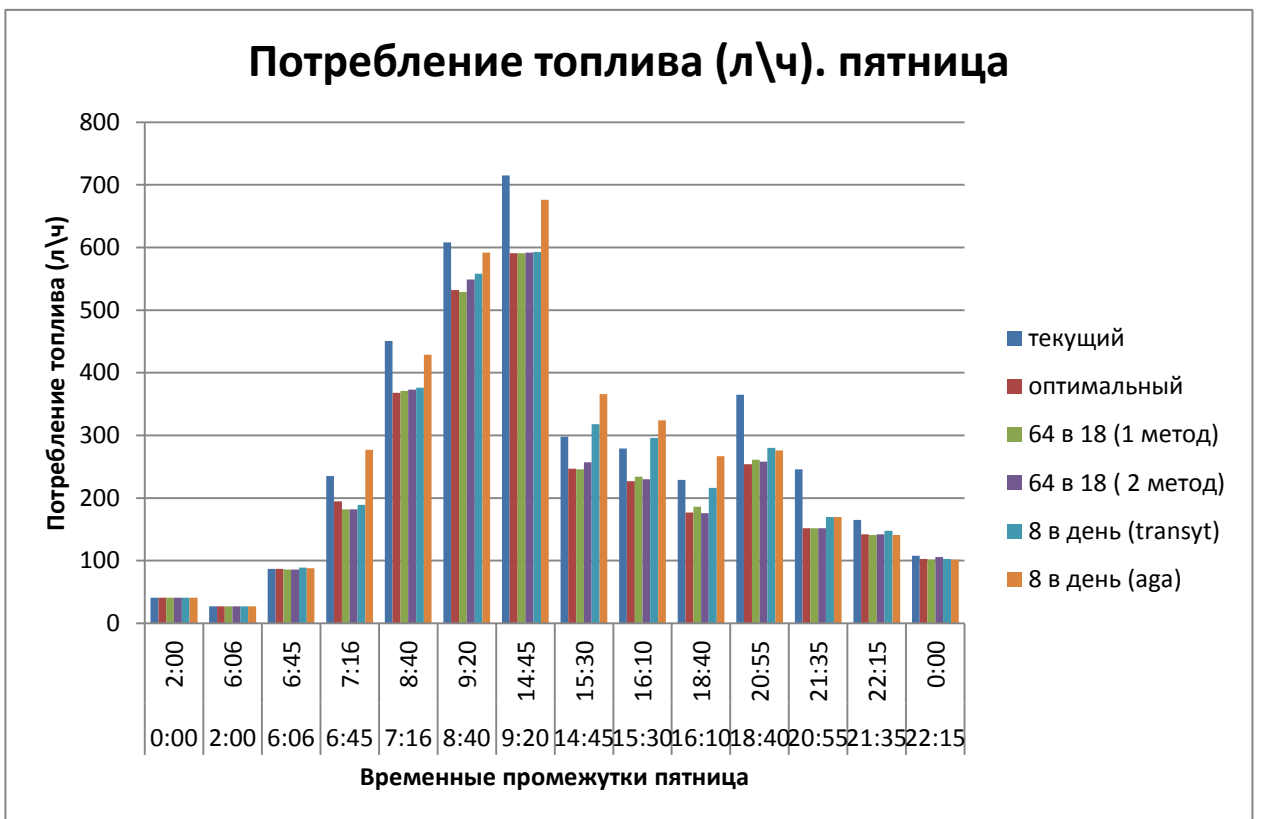


График 13.

Потребление топлива (л\ч). Значения для различных наборов планов управления (суббота)

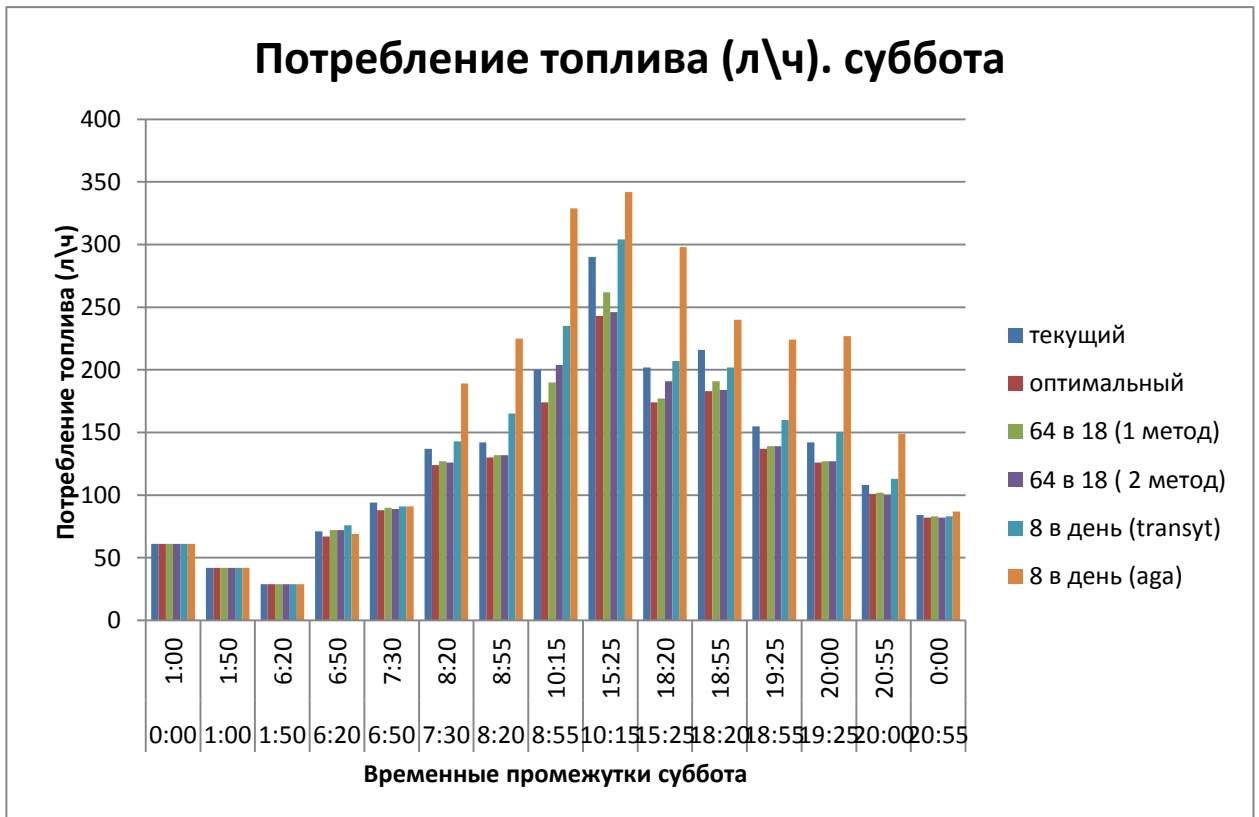


График 14.

Потребление топлива (л\ч). Значения для различных наборов планов управления (воскресенье)

Потребление топлива (л\ч). воскресенье

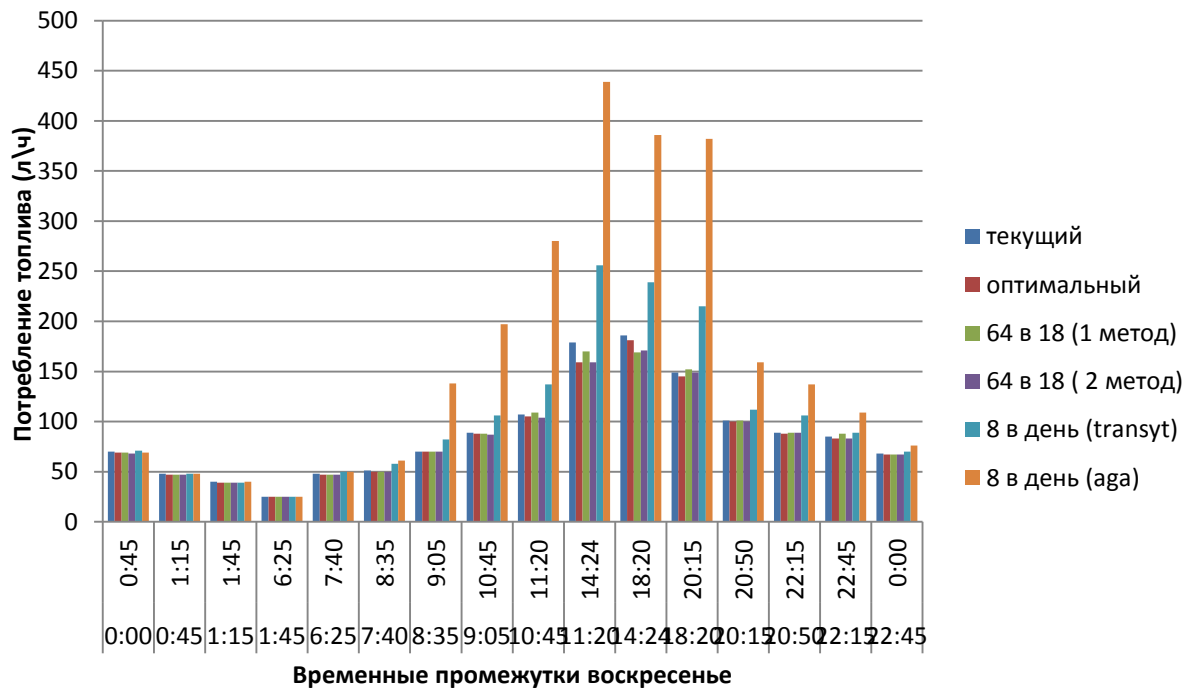


Таблица 3.

	Интервал		выгода по сравнению с текущим по показателю задержка				
	Начало	Конец	оптимальный	64 в 18 (1 метод)	64 в 18 (2 метод)	32 в 8 (1 метод)	32 в 8 (2 метод)
Понедельник	0:00	1:05	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-33,33%
Понедельник	1:05	5:40	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Понедельник	5:40	6:22	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Понедельник	6:22	6:55	9,09%	0,00%	9,09%	-9,09%	0,00%
Понедельник	6:55	7:30	16,22%	24,32%	24,32%	16,22%	-27,03%
Понедельник	7:30	11:05	28,26%	19,57%	20,65%	17,39%	-2,17%
Понедельник	11:05	18:07	27,54%	23,91%	23,19%	25,36%	-19,57%
Понедельник	18:07	18:50	47,67%	36,05%	44,19%	32,56%	-5,81%
Понедельник	18:50	20:20	42,19%	34,38%	42,19%	32,81%	-18,75%
Понедельник	20:20	21:40	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-13,33%
Понедельник	21:40	0:00	0,00%	-14,29%	0,00%	-14,29%	-28,57%
	<i>Среднее</i>	<i>за день</i>	15,54%	11,27%	14,88%	9,18%	-13,51%
Вторник	0:00	6:20	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Вторник	6:20	6:50	10,00%	10,00%	10,00%	0,00%	0,00%
Вторник	6:50	7:25	33,33%	5,80%	33,33%	33,33%	1,45%
Вторник	7:25	8:25	28,80%	26,09%	27,72%	28,80%	22,83%
Вторник	8:25	9:30	13,61%	9,47%	10,06%	9,47%	-6,51%
Вторник	9:30	16:20	19,83%	19,83%	19,83%	19,41%	6,75%
Вторник	16:20	20:04	25,86%	18,97%	19,83%	26,72%	2,59%
Вторник	20:04	20:45	32,14%	25,00%	28,57%	32,14%	1,79%
Вторник	20:45	21:45	15,00%	15,00%	15,00%	15,00%	10,00%
Вторник	21:45	0:00	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-11,11%
	<i>Среднее</i>	<i>за день</i>	17,86%	13,01%	16,43%	16,49%	2,78%
Среда	0:00	6:08	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Среда	6:08	6:55	0,00%	0,00%	0,00%	-11,11%	0,00%
Среда	6:55	7:39	39,22%	37,25%	39,22%	28,43%	39,22%
Среда	7:39	11:15	25,29%	24,71%	24,12%	5,88%	16,47%
Среда	11:15	17:45	20,31%	20,31%	20,31%	20,31%	4,69%
Среда	17:45	18:20	30,05%	30,05%	29,51%	26,78%	10,93%
Среда	18:20	18:50	56,25%	56,82%	56,82%	30,68%	16,48%
Среда	18:50	19:50	26,99%	25,77%	25,77%	25,77%	11,04%
Среда	19:50	20:30	30,37%	27,41%	28,15%	28,15%	17,78%
Среда	20:30	21:20	33,33%	30,56%	30,56%	30,56%	30,56%
Среда	21:20	22:35	5,56%	-5,56%	0,00%	11,11%	0,00%
Среда	22:35	0:00	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-25,00%
	<i>Среднее</i>	<i>за день</i>	22,28%	20,61%	21,20%	16,38%	10,18%
Четверг	0:00	6:13	33,33%	33,33%	33,33%	33,33%	0,00%
Четверг	6:13	6:55	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Четверг	6:55	7:25	10,00%	22,50%	22,50%	15,00%	-30,00%
Четверг	7:25	11:20	19,74%	19,74%	19,74%	19,74%	-1,32%

Четверг	11:20	17:15	21,51%	21,91%	21,91%	21,51%	10,76%
Четверг	17:15	19:15	27,97%	25,67%	24,90%	23,75%	19,92%
Четверг	19:15	19:55	36,00%	25,50%	36,00%	26,50%	31,50%
Четверг	19:55	20:25	36,36%	30,30%	34,85%	31,82%	34,09%
Четверг	20:25	22:25	51,47%	44,12%	51,47%	39,71%	26,47%
Четверг	22:25	23:20	37,93%	34,48%	41,38%	24,14%	34,48%
Четверг	23:20	0:00	12,50%	12,50%	0,00%	12,50%	0,00%
	<i>Среднее</i>	<i>за день</i>	26,07%	24,55%	26,01%	22,55%	11,45%
Пятница	0:00	2:00	0,00%	25,00%	25,00%	25,00%	0,00%
Пятница	2:00	6:06	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Пятница	6:06	6:45	10,00%	10,00%	10,00%	0,00%	0,00%
Пятница	6:45	7:16	33,33%	39,58%	39,58%	35,42%	-31,25%
Пятница	7:16	8:40	27,12%	25,42%	25,42%	23,73%	8,47%
Пятница	8:40	9:20	17,06%	17,65%	12,94%	11,18%	4,12%
Пятница	9:20	14:45	22,22%	22,22%	22,22%	22,22%	7,25%
Пятница	14:45	15:30	31,34%	31,34%	25,37%	-11,94%	-35,82%
Пятница	15:30	16:10	33,87%	30,65%	30,65%	-11,29%	-24,19%
Пятница	16:10	18:40	42,55%	36,17%	42,55%	10,64%	-25,53%
Пятница	18:40	20:55	45,05%	41,76%	42,86%	35,16%	37,36%
Пятница	20:55	21:35	60,71%	60,71%	60,71%	50,00%	50,00%
Пятница	21:35	22:15	28,57%	32,14%	32,14%	25,00%	32,14%
Пятница	22:15	0:00	0,00%	15,38%	0,00%	15,38%	7,69%
	<i>Среднее</i>	<i>за день</i>	25,13%	27,72%	26,39%	16,46%	2,16%
Суббота	0:00	1:00	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Суббота	1:00	1:50	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Суббота	1:50	6:20	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Суббота	6:20	6:50	0,00%	0,00%	0,00%	-28,57%	0,00%
Суббота	6:50	7:30	9,09%	9,09%	9,09%	0,00%	0,00%
Суббота	7:30	8:20	20,00%	20,00%	15,00%	-10,00%	-100,00%
Суббота	8:20	8:55	19,05%	19,05%	14,29%	-38,10%	-138,10%
Суббота	8:55	10:15	29,73%	16,22%	2,70%	-32,43%	-121,62%
Суббота	10:15	15:25	29,23%	20,00%	29,23%	-9,23%	-27,69%
Суббота	15:25	18:20	28,95%	26,32%	15,79%	-2,63%	-89,47%
Суббота	18:20	18:55	32,56%	25,58%	32,56%	13,95%	-16,28%
Суббота	18:55	19:25	28,00%	24,00%	24,00%	-4,00%	-96,00%
Суббота	19:25	20:00	23,81%	23,81%	19,05%	-14,29%	-147,62%
Суббота	20:00	20:55	7,69%	7,69%	15,38%	-15,38%	-115,38%
Суббота	20:55	0:00	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-22,22%
	<i>Среднее</i>	<i>за день</i>	15,21%	12,78%	11,81%	-9,38%	-58,29%
Воскресенье	0:00	0:45	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Воскресенье	0:45	1:15	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Воскресенье	1:15	1:45	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Воскресенье	1:45	6:25	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Воскресенье	6:25	7:40	0,00%	0,00%	0,00%	-25,00%	-25,00%
Воскресенье	7:40	8:35	20,00%	20,00%	20,00%	-40,00%	-80,00%
Воскресенье	8:35	9:05	0,00%	-14,29%	0,00%	-57,14%	-342,86%
Воскресенье	9:05	10:45	0,00%	0,00%	10,00%	-50,00%	-390,00%

Воскресенье	10:45	11:20	7,69%	-7,69%	7,69%	-69,23%	-484,62%
Воскресенье	11:20	14:24	23,33%	10,00%	23,33%	-93,33%	-316,67%
Воскресенье	14:24	18:20	6,25%	21,88%	18,75%	-53,13%	-225,00%
Воскресенье	18:20	20:15	9,09%	-4,55%	0,00%	-100,00%	-386,36%
Воскресенье	20:15	20:50	0,00%	0,00%	0,00%	-33,33%	-175,00%
Воскресенье	20:50	22:15	0,00%	0,00%	0,00%	-60,00%	-170,00%
Воскресенье	22:15	22:45	0,00%	-22,22%	0,00%	-22,22%	-100,00%
Воскресенье	22:45	0:00	14,29%	14,29%	14,29%	-14,29%	-42,86%
	<i>Среднее</i>	<i>за день</i>	5,04%	1,09%	5,88%	-38,60%	-171,15%

Таблица 4.

	Интервал		выгода по сравнению с текущим планом по показателю: Потребление топлива (л\ч)				
	Начало	Конец	оптимальный	64 в 18 (1 метод)	64 в 18 (2 метод)	8 в день (transyt)	8 в день (aga)
Понедельник	0:00	1:05	2,56%	2,56%	2,56%	2,56%	0,00%
Понедельник	1:05	5:40	4,55%	4,55%	4,55%	4,55%	0,00%
Понедельник	5:40	6:22	2,22%	2,22%	2,22%	2,22%	0,00%
Понедельник	6:22	6:55	3,09%	2,06%	2,06%	-5,15%	0,00%
Понедельник	6:55	7:30	6,44%	10,89%	9,41%	6,44%	-15,84%
Понедельник	7:30	11:05	18,67%	13,33%	14,40%	12,27%	-1,87%
Понедельник	11:05	18:07	19,84%	17,12%	16,93%	18,48%	-14,98%
Понедельник	18:07	18:50	32,95%	23,86%	29,83%	21,88%	-2,84%
Понедельник	18:50	20:20	26,92%	20,63%	26,57%	20,28%	-9,44%
Понедельник	20:20	21:40	3,45%	3,45%	3,45%	2,59%	-2,59%
Понедельник	21:40	0:00	0,00%	0,00%	0,00%	-1,37%	-4,11%
	<i>Среднее</i>	<i>за день</i>	10,97%	9,15%	10,18%	7,70%	-4,70%
Вторник	0:00	6:20	3,85%	3,85%	3,85%	3,85%	0,00%
Вторник	6:20	6:50	1,16%	1,16%	1,16%	-2,33%	-1,16%
Вторник	6:50	7:25	18,81%	0,99%	18,81%	18,81%	-0,99%
Вторник	7:25	8:25	21,93%	20,37%	21,15%	21,93%	17,26%
Вторник	8:25	9:30	10,02%	7,22%	7,88%	7,22%	-5,25%
Вторник	9:30	16:20	15,65%	15,78%	15,65%	15,40%	5,22%
Вторник	16:20	20:04	17,59%	13,36%	14,25%	17,82%	1,11%
Вторник	20:04	20:45	17,80%	14,39%	16,29%	17,80%	0,38%

Вторник	20:45	21:45	8,63%	8,63%	7,91%	9,35%	6,47%
Вторник	21:45	0:00	1,20%	1,20%	1,20%	0,00%	-2,41%
	<i>Средн ее</i>	<i>за день</i>	11,67%	8,70%	10,82%	10,99%	2,06%
Среда	0:00	6:08	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Среда	6:08	6:55	2,38%	1,19%	1,19%	-3,57%	0,00%
Среда	6:55	7:39	25,82%	24,30%	25,57%	17,72%	24,56%
Среда	7:39	11:15	19,04%	18,87%	18,21%	5,30%	12,91%
Среда	11:15	17:45	15,63%	15,63%	15,63%	15,33%	3,13%
Среда	17:45	18:20	23,59%	23,28%	23,13%	20,31%	7,81%
Среда	18:20	18:50	45,83%	46,15%	46,15%	24,39%	13,42%
Среда	18:50	19:50	19,97%	19,45%	19,45%	19,11%	7,51%
Среда	19:50	20:30	21,89%	20,68%	20,68%	19,48%	12,05%
Среда	20:30	21:20	18,97%	16,41%	17,95%	17,95%	16,92%
Среда	21:20	22:35	3,76%	1,50%	1,50%	4,51%	2,26%
Среда	22:35	0:00	1,27%	1,27%	1,27%	0,00%	-3,80%
	<i>Средн ее</i>	<i>за день</i>	16,51%	15,73%	15,89%	11,71%	8,06%
Четверг	0:00	6:13	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Четверг	6:13	6:55	1,30%	2,60%	2,60%	0,00%	0,00%
Четверг	6:55	7:25	3,76%	10,80%	10,33%	7,04%	-16,90%
Четверг	7:25	11:20	14,47%	14,10%	14,47%	14,10%	-1,81%
Четверг	11:20	17:15	17,85%	17,97%	17,85%	17,61%	8,75%
Четверг	17:15	19:15	22,93%	21,20%	20,85%	19,59%	15,90%
Четверг	19:15	19:55	28,82%	20,67%	28,68%	20,96%	24,60%
Четверг	19:55	20:25	26,49%	22,38%	25,05%	23,61%	24,64%
Четверг	20:25	22:25	31,38%	26,90%	31,38%	25,17%	16,21%
Четверг	22:25	23:20	19,28%	15,66%	20,48%	11,45%	16,27%
Четверг	23:20	0:00	6,49%	6,49%	5,19%	3,90%	2,60%
	<i>Средн ее</i>	<i>за день</i>	15,71%	14,43%	16,08%	13,04%	8,20%
Пятница	0:00	2:00	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Пятница	2:00	6:06	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Пятница	6:06	6:45	0,00%	1,15%	1,15%	-2,30%	-1,15%
Пятница	6:45	7:16	17,02%	22,55%	22,55%	19,57%	-17,87%
Пятница	7:16	8:40	18,40%	17,74%	17,29%	16,63%	4,88%
Пятница	8:40	9:20	12,50%	12,99%	9,70%	8,22%	2,63%
Пятница	9:20	14:45	17,34%	17,34%	17,20%	17,06%	5,45%
Пятница	14:45	15:30	17,11%	17,45%	13,76%	-6,71%	-22,82%
Пятница	15:30	16:10	18,64%	16,13%	17,56%	-6,09%	-16,13%
Пятница	16:10	18:40	22,71%	18,78%	23,14%	5,68%	-16,59%
Пятница	18:40	20:55	30,41%	28,49%	29,32%	23,29%	24,38%
Пятница	20:55	21:35	38,21%	38,21%	38,21%	30,89%	30,89%
Пятница	21:35	22:15	13,94%	14,55%	13,94%	10,30%	14,55%
Пятница	22:15	0:00	4,63%	5,56%	1,85%	4,63%	5,56%
	<i>Средн ее</i>	<i>за день</i>	15,07%	15,07%	14,69%	8,66%	0,98%

Суббота	0:00	1:00	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Суббота	1:00	1:50	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Суббота	1:50	6:20	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Суббота	6:20	6:50	5,63%	-1,41%	-1,41%	-7,04%	2,82%
Суббота	6:50	7:30	6,38%	4,26%	5,32%	3,19%	3,19%
Суббота	7:30	8:20	9,49%	7,30%	8,03%	-4,38%	-37,96%
Суббота	8:20	8:55	8,45%	7,04%	7,04%	-16,20%	-58,45%
Суббота	8:55	10:15	13,00%	5,00%	-2,00%	-17,50%	-64,50%
Суббота	10:15	15:25	16,21%	9,66%	15,17%	-4,83%	-17,93%
Суббота	15:25	18:20	13,86%	12,38%	5,45%	-2,48%	-47,52%
Суббота	18:20	18:55	15,28%	11,57%	14,81%	6,48%	-11,11%
Суббота	18:55	19:25	11,61%	10,32%	10,32%	-3,23%	-44,52%
Суббота	19:25	20:00	11,27%	10,56%	10,56%	-5,63%	-59,86%
Суббота	20:00	20:55	6,48%	5,56%	7,41%	-4,63%	-37,96%
Суббота	20:55	0:00	2,38%	1,19%	2,38%	1,19%	-3,57%
	<i>Средн ее</i>	<i>за день</i>	8,00%	5,56%	5,54%	-3,67%	-25,16%
Воскресен ье	0:00	0:45	1,43%	1,43%	2,86%	-1,43%	1,43%
Воскресен ье	0:45	1:15	2,08%	2,08%	2,08%	0,00%	0,00%
Воскресен ье	1:15	1:45	2,50%	2,50%	2,50%	2,50%	0,00%
Воскресен ье	1:45	6:25	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Воскресен ье	6:25	7:40	2,08%	2,08%	2,08%	-4,17%	-4,17%
Воскресен ье	7:40	8:35	1,96%	1,96%	1,96%	-13,73%	-19,61%
Воскресен ье	8:35	9:05	0,00%	0,00%	0,00%	-17,14%	-97,14%
Воскресен ье	9:05	10:45	1,12%	1,12%	2,25%	-19,10%	-121,35%
Воскресен ье	10:45	11:20	1,87%	-1,87%	2,80%	-28,04%	-161,68%
Воскресен ье	11:20	14:24	11,17%	5,03%	11,17%	-43,02%	-145,25%
Воскресен ье	14:24	18:20	2,69%	9,14%	8,06%	-28,49%	-107,53%
Воскресен ье	18:20	20:15	2,68%	-2,01%	0,00%	-44,30%	-156,38%
Воскресен ье	20:15	20:50	0,99%	0,00%	0,99%	-10,89%	-57,43%
Воскресен ье	20:50	22:15	1,12%	0,00%	0,00%	-19,10%	-53,93%
Воскресен ье	22:15	22:45	2,35%	-3,53%	2,35%	-4,71%	-28,24%
Воскресен ье	22:45	0:00	1,47%	1,47%	1,47%	-2,94%	-11,76%
	<i>Средн ее</i>	<i>за день</i>	2,22%	1,21%	2,54%	-14,66%	-60,19%

Из приведенных данных следует, что наиболее выгодным является использование оптимальных планов управления светофорным объектом, без сокращения их количества. Иными словами, предпочтительно применение современных микропроцессорных контроллеров, позволяющих обрабатывать любое количество временных таблиц (по крайней мере, не менее 120). Вместе с тем, использование 2-го метода сокращения количества планов приводит лишь к незначительной потере эффективности и позволяет добиться почти оптимальных результатов с применением серийного контроллера АДК-170. В случае необходимости использования контроллеров, поддерживающих лишь 8 временных таблиц в неделю, следует также использовать 2-й метод сокращения количества планов, применяя, при этом, алгоритм Transyt.