

**Тема: Разработка математической модели для оптимальной загрузки оборудования на участке станков с числовым программным управлением ОмПО «Иртыш» для решения задачи автоматизации оперативно-календарного планирования**

Студентка:

**Тюменцева Ксения Валерьевна**

Руководитель: к.т.н.

**Мальгавко Дмитрий Сергеевич**

Омск 2015

**Целью работы** является повышение эффективности работы участков станков с ЧПУ, за счет использования системы автоматизации оперативно-календарного планирования загрузки, учитывающей текущую производственную ситуацию.

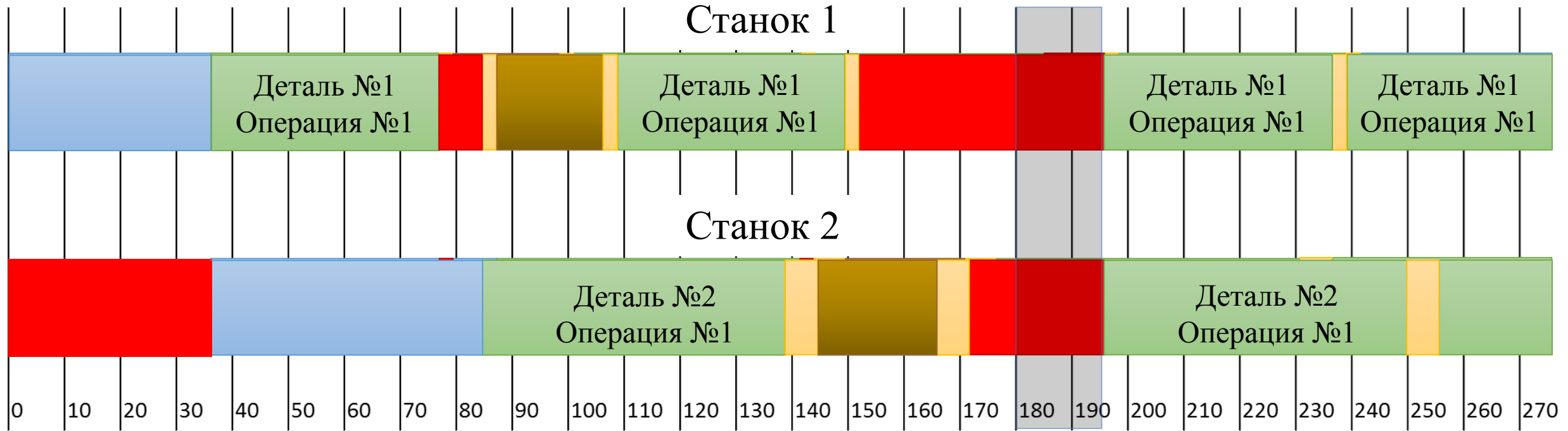
## **Задачи:**

- провести анализ потерь времени, выбрать критерий эффективности,
- разработать алгоритм методики оптимизации плана загрузки оборудования,
- разработать систему автоматизации ОКП загрузки оборудования.

# Источники исходных данных

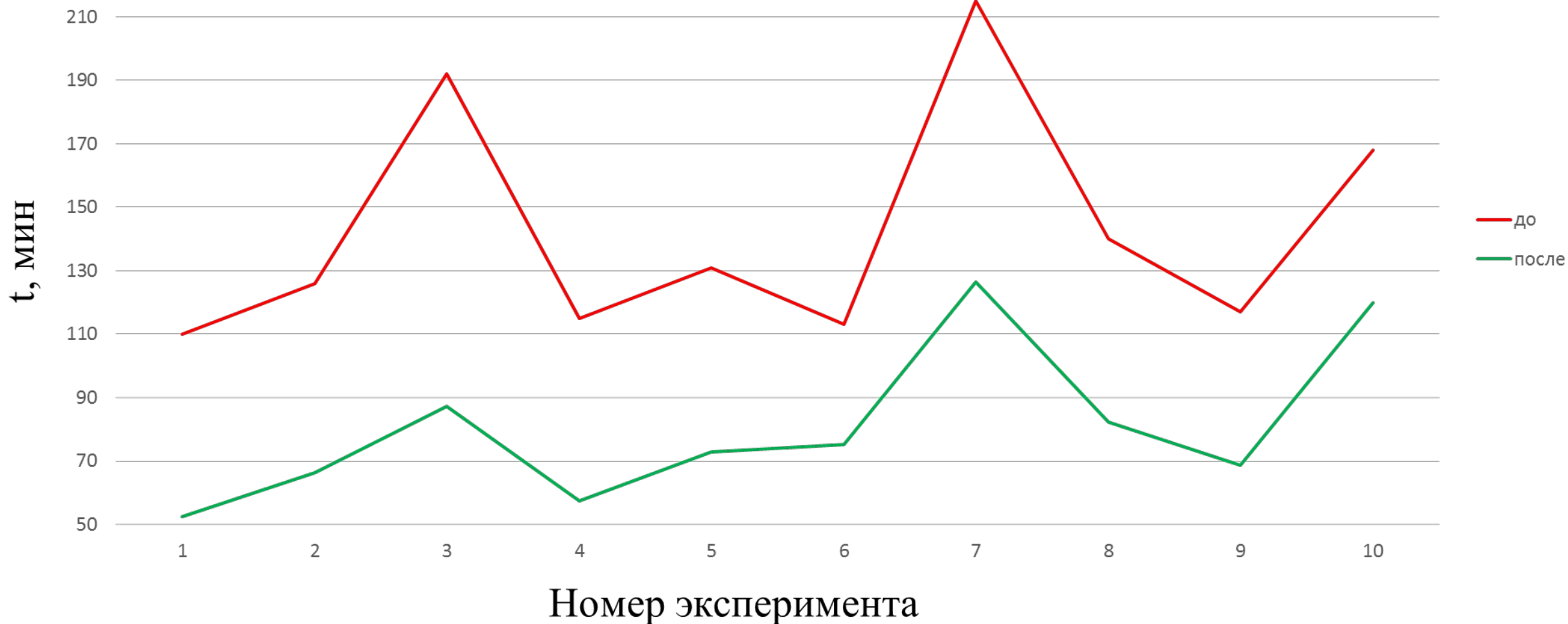


# Пример фрагмента графика загрузки группы из двух станков



Критерий эффективности:  
наибольшее время простоя  
станка группы → **min**

# График времени простоя группы станков



# Математическая модель

Необходимо найти такую последовательность запусков видов деталей, при которой время простоя группы станков стремится к минимуму.

$$f(X_1, X_2, \dots, X_i) \rightarrow \min, \quad (1)$$

$$X_i = \{y_1, y_2, \dots, y_n\}, \quad (2)$$

$$i = n!, \quad (3)$$

где	$X_i$ – вариант запусков видов деталей,
	$i$ – номер варианта,
	$y_n$ – вид детали,
	$n$ – количество видов деталей.

# Ограничения математической модели

$$m_n \leq m_n^* , \quad (4)$$

$$\sum(t_n * m_n) < T , \quad (5)$$

где	$m_n$ – количество деталей $n$ -вида,
	$m_n^*$ – количество заготовок для деталей $n$ -вида,
	$t_n$ – время изготовления деталей $n$ -вида,
	$T$ – расчетное время.

# Входные параметры модели:

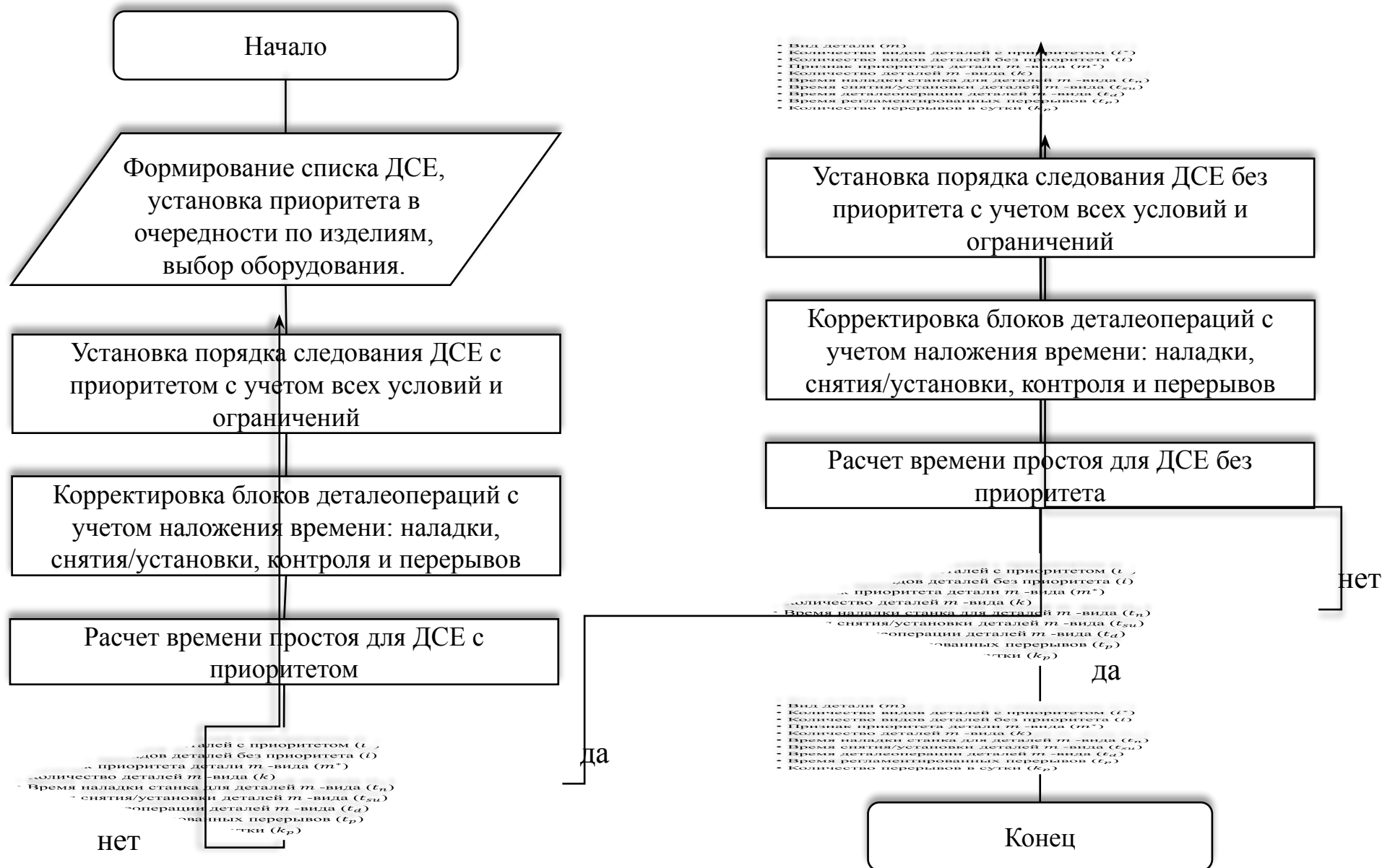
- Вид детали ( $m$ )
- Количество видов деталей с приоритетом ( $i^*$ )
- Количество видов деталей без приоритета ( $i$ )
- Признак приоритета детали  $m$  -вида ( $m^*$ )
- Количество деталей  $m$  -вида ( $k$ )
- Время наладки станка для деталей  $m$  -вида ( $t_n$ )
- Время снятия/установки деталей  $m$  -вида ( $t_{su}$ )
- Время деталиеоперации деталей  $m$  -вида ( $t_d$ )
- Время регламентированных перерывов ( $t_p$ )
- Количество перерывов в сутки ( $k_p$ )



# Выходные параметры модели:

- Вид детали ( $m$ )
- Количество видов деталей с приоритетом ( $i^*$ )
- Количество видов деталей без приоритета ( $i$ )
- Признак приоритета детали  $m$  -вида ( $m^*$ )
- Количество деталей  $m$  -вида ( $k$ )
- Время наладки станка для деталей  $m$  -вида ( $t_n$ )
- Время снятия/установки деталей  $m$  -вида ( $t_{su}$ )
- Время деталиеоперации деталей  $m$  -вида ( $t_d$ )
- Время регламентированных перерывов ( $t_p$ )
- Количество перерывов в сутки ( $k_p$ )

# Алгоритм оптимизации



# Интерфейс программы «Учёт времени работы станков с ЧПУ»

Ежедневный учет времени работы оборудования (Администратор)

Редактировать Сохранить Отмена Цех № 30 Создать Добавить дату Отчет

Ежедневный учет времени работы фрезерных центров DMG в цехе №30 2 декабря 2014 г.

ДАТА	DMG 3-1		DMG 3-2		DMG 3-3		DMG 3-4		DMG 5-1
	Время работы	Активное время	Время работы	Активное время	Время работы	Активное время	Время работы	Активное время	Время ра
07.11.2014	20664	10867	29954	11258	19167	7011	19123	7195	35439
08.11.2014	20688	10875	29977	11269	19190	7018	19146	7201	35463
10.11.2014	20736	10900	30026	11304	19239	7035	19194	7232	35511
11.11.2014	20760	10913	30050	11321	19263	7050	19218	7248	35535
12.11.2014	20784	10922	30074	11334	19286	7061	19242	7264	35559
13.11.2014	20808	10932	30098	11355	19311	7073	19266	7277	35583
14.11.2014	20832	10948	30122	11375	19335	7081	19290	7296	35608
17.11.2014	20904	10991	30195	11426	19397	7103	19351	7328	35679
19.11.2014	20953	11014	30243	11449	19444	7127	19399	7358	35727
20.11.2014	20977	11028	30267	11460	19468	7137	19422	7366	35752
24.11.2014	21073	11069	30364	11506	19565	7177	19518	7420	35848
25.11.2014	21097	11081	30387	11518	19588	7194	19541	7433	35871
26.11.2014	21121	11095	30412	11530	19613	7206	19566	7443	35896
27.11.2014	21145	11110	30436	11543	19637	7220	19589	7457	35920
28.11.2014	21169	11129	30460	11560	19661	7229	19613	7469	35944
01.12.2014	21241	11167	30532	11608	19733	7270	19685	7508	36016
▶ 02.12.2014	21265	11183	30554	11621	19757	7278	19709	7519	36040

# Интерфейс программы «Система оперативного календарного планирования загрузки станков с ЧПУ v1.0»

ИРТЫШ: Система оперативного календарного планирования загрузки станков с ЧПУ V1.0 Проект: "Тест"

Проект Настройка Отчеты

График Поиск ДСЕ

Фильтр поиска

Обозначение  Найти

Поиск в машинограмме №3

Год 2015 Месяц Июнь

Обеспеченность дефицита заготовками

Не учитывать ("Сдано" не рассчитывается)  Есть  Нет

Наличие УП

Оборудование DMG

Есть (акт утвержден)  Есть (акт не утвержден)  Нет

Результаты поиска

КНГ	Сист. №	Обозначение	План на ...	Дефицит ...	Расп. ПД...	Расп. ПД...	Сдан...	Обесп. заг.	УП
4	235990	ПЯИЧ.731143.011	10	10	0	0	0	0	+
4	237899	ПЯИЧ.746511.015	9	9	0	0	0	0	+
4	237925	ПЯИЧ.746511.017	9	9	0	0	0	0	++
5	122745	ЧИЯД.742222.003	7	1	0	0	0	0	++
5	122746	ЧИЯД.742222.003-01	6	0	0	0	0	0	++
15	250652	ПЯИЧ.746222.014	2	2	0	0	0	0	+
15	190539	ЧИЯД.735214.545	2	2	0	0	0	0	+
15	190608	ЧИЯД.741552.263	1	1	0	0	0	0	++
15	186375	ЧИЯД.741555.019	1	1	0	0	0	0	+
15	186376	ЧИЯД.741555.020	1	1	0	0	0	0	+
15	186378	ЧИЯД.741555.021	1	1	0	0	0	0	+
15	186380	ЧИЯД.741555.022	1	1	0	0	0	0	+
15	186381	ЧИЯД.741555.023	1	1	0	0	0	0	+
15	190698	ЧИЯД.746224.007	2	2	0	0	0	0	+
15	185761	ЧИЯД.746465.029	1	1	0	0	0	0	++
15	185762	ЧИЯД.746465.029-01	1	1	0	0	0	0	++
15	193236	ЧИЯД.752694.181	24	24	0	0	0	0	+
19	119850	ЧИЯД.741424.087	8	0	0	0	0	0	+
20	208259	ИЯТН.752694.067	14	0	0	0	0	0	+
45	260462	ЧИЯД.301415.077	5	5	0	0	0	0	+
55	231009	ПЯИЧ.733218.005	46	0	0	0	0	0	++
54	236500	ЧИЯД.301415.064	15	15	0	0	0	0	+
68	163964	ЧИЯД.735215.014	3	3	0	0	0	0	+
68	150029	ЧИЯД.741138.043-03	13	13	0	0	0	0	+
68	150030	ЧИЯД.741552.006-09	32	32	0	0	0	0	+
68	243521	ЧИЯД.746465.048	6	6	0	0	0	0	+
69	164671	ЧИЯД.741244.100	8	8	0	0	0	0	++
69	164675	ЧИЯД.741244.101	8	8	0	0	0	0	++
69	164688	ЧИЯД.741244.107	11	11	0	0	0	0	++
69	164742	ЧИЯД.741244.108	5	5	0	0	0	0	++
69	164746	ЧИЯД.741244.109	9	9	0	0	0	0	++
69	165549	ЧИЯД.741428.090	5	5	0	0	0	0	+
69	164845	ЧИЯД.741552.210	4	4	0	21	0	0	+
69	121806	ЧИЯД.742232.002	29	29	0	0	0	0	++
69	121807	ЧИЯД.742232.002-01	29	29	0	0	0	0	++

Версии УП

Версия	Дата	Основание
1	16.05.2012 17:5...	РГД №85
2	06.11.2013 14:0...	ПЯИЧ.12246 ПИ-1
3	08.09.2014 11:4...	ЧИЯД.53735-14

# Основные результаты:

- Проведенный анализ потерь рабочего времени, позволил оптимизировать загрузку оборудования и сократить время простоя группы станков в среднем в два раза.
- Разработанная система автоматизации дает возможность диспетчеру оперативно составлять оптимальные сменно-суточные задания для наладчиков станков с учетом текущей производственной ситуации.

об использовании результатов магистерской диссертации

магистранта кафедры ИГиСАПР ОмГТУ

Тюменцевой Ксении Валерьевны на тему:

«Разработка математической модели для оптимальной загрузки оборудования на участке станков с ЧПУ ОАО «ОмПО «Иртыш» для решения задачи автоматизации оперативно-календарного планирования».

Результаты теоретических исследований и технические разработки, полученные студентом Тюменцевой Ксенией Валерьевной, в процессе выполнения магистерской работы, используются при планировании загрузки производственных участков заготовительных цехов ОАО «ОмПО «Иртыш», а именно:

- Программный модуль «Учет времени работы оборудования» (принят для практического использования с 22.08.2014),

- Программный модуль «Система оперативного календарного планирования загрузки станков с ЧПУ v1.0» (принят для практического использования с 12.03.2015).

Разработанные Тюменцевой К.В. технические решения, позволяют оптимизировать загрузку оборудования за счет минимизации времени простоев, а также сокращать время диспетчера на планирование загрузки за счет использования программных средств автоматизации.

Начальник отдела САПР



Ищенко Д.М.

Подпись Ищенко Д.М. заверяю

Начальник отдела кадров



Андрейчикова Г.Ф.

# СПИСОК

## опубликованных и приравненных к ним научных и учебно-методических работ Тюменцевой Ксении Валерьевны

№ п/п	Наименование работы, ее вид	Выходные данные
1.	Разработка программного комплекса по оформлению заявлений об изменении конструкторской документации для ОмПО «Иртыш» на базе системы «Лоцман: PLM (статья)	Информационные технологии в науке и производстве: материалы молодежной науч.-техн. конф. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2014. – 180 с. : ил.
2	Автоматизация создания бизнес-процессов в системе «Лоцман: PLM» (статья)	Информационные технологии в науке и производстве: материалы молодежной науч.-техн. конф. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2014. – 180 с. : ил.
3	Разработка прикладной библиотеки для «Компас» (статья)	Природные и интеллектуальные ресурсы Омского региона: материалы 3 межвузовской науч. конф. студентов и аспирантов – Омск, Изд-во ОмГТУ, 2013. – 432 с. : ил.
4	Плагин для создания бизнес-процессов в системе Лоцман: PLM (свидетельство)	Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2014616934
5	Система автоматизации оперативно-календарного планирования для оптимальной загрузки оборудования на участке станков с ЧПУ (статья)	Информационные технологии в науке и производстве: материалы Всероссийской молодежной науч.-техн. конф.–Омск:изд-во ОмГТУ,2015.–256с. : ил.
6	Разработка программы учета технологического оснащения организации (статья)	Информационные технологии в науке и производстве: материалы Всероссийской молодежной науч.-техн. конф.–Омск:изд-во ОмГТУ,2015.–256с. : ил.
7	Разработка программы учета времени работы станков с ЧПУ (статья)	Информационные технологии в науке и производстве: материалы Всероссийской молодежной науч.-техн. конф. – Омск: изд-во ОмГТУ, 2015. – 256 с. : ил