

*Гайнетдинов Айнур Рустемович,
студент кафедры автоматизированных систем управления
Уфимского государственного авиационного технического университета*

*Старцев Юрий Валентинович,
доцент кафедры автоматизированных систем управления
Уфимского государственного авиационного технического университета*

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ФОРМИРОВАНИЕ ГРАФИКА ПОСТАВОК МАТЕРИАЛОВ ВНУТРИ ПРЕДПРИЯТИЯ

***Аннотация:** рассматривается процесс формирования графика поставок материалов (ГПМ) внутри предприятия. Разработаны мнемосхемы существующего и предлагаемого процессов формирования ГПМ, показывающие взаимодействия объектов и субъектов процесса. На основе математических моделей в виде сетей Петри показана целесообразность автоматизации процесса формирования ГПМ внутри предприятия.*

***Ключевые слова:** автоматизированная система управления поставками материалов, график поставок материалов, сеть Петри.*

***Annotation:** the process of forming a schedule of supplies of materials (GPM) within the enterprise is considered. Mnemonic diagrams of the existing and proposed processes of GPM formation have been developed, showing the interaction of objects and subjects of the process. Based on mathematical models in the form of Petri nets, the expediency of automatizing the process of forming a GPM within an enterprise is shown.*

***Key words:** automatized materials supply management system, materials supply schedule, Petri net.*

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы автоматизированного формирования ГПМ внутри предприятия обусловлена тем, что график поставок, будучи одним из главных документов взаимодействия между заказчиком и поставщиком, должен содержать актуальные, надежные и корректные данные, а также составляться в короткие сроки для более быстрого утверждения.

ГПМ отражает конкретные сроки, в которые поставщик должен доставить заказчику те или иные материалы. ГПМ формируется в виде таблицы, носит предварительный характер, согласовывается и подписывается представителями сторон.

Прежде чем сформировать ГПМ, предприятия, между которыми заключен договор поставки, должны точно определить, в какие даты и в каком количестве должна производиться доставка того или иного вида материалов — именно эти числа указываются в ГПМ. Для этого нужно заранее уточнить, есть ли необходимый товар в нужном количестве в наличии на складе или придется подождать, пока он будет произведен. Такое тщательное отношение позволит наиболее точно определиться с поставками и избежать в дальнейшем нежелательных сбоев.

Формирование ГПМ требует внимательного и ответственного подхода. Не всегда есть возможность продумать заранее все варианты. Однако с помощью автоматизированной информационной системы (АИС) можно структурировать данные о возможных днях поставки, о сотрудниках и необходимом оборудовании.

ИССЛЕДОВАНИЕ СУЩЕСТВУЮЩЕГО ПРОЦЕССА

В данной статье рассматривается процесс построения ГПМ для цехов-изготовителей продукции. На данный момент процесс не автоматизирован, запрос и передача информации инженером отдела материально-технического снабжения (ОМТС) из автоматизированной системы управления поставками материалов (АСУПМ) осуществляется вручную.

Начальник ОМТС запрашивает план поставок у начальника планового отдела службы снабжения (ПОСС). Он в свою очередь формирует запрос перечня незапущенных материалов в АСУПМ. После получения перечня незапущенных материалов он запрашивает у начальника цеха план производства, запрос о материалах первой необходимости и о крайних сроках поставки. После получения всего запрошенного он на основании всех предыдущих данных составляет план поставок и отправляет его начальнику ОМТС. В свою очередь начальник ОМТС запрашивает график поставки у инженера ОМТС и передает ему новые данные о поставке. Инженер ОМТС для каждого материала формирует запрос АСУПМ о номере комплекта, о необходимом сроке поставки, о номере детали или сборочной единицы (ДСЕ), а также маршрутную карту материала. После получения данных он на основе всей полученной информации формирует ГПМ и передает его начальнику ОМТС.

На рисунке 1 представлена мнемосхема существующего процесса, составленная по представленному выше описанию.

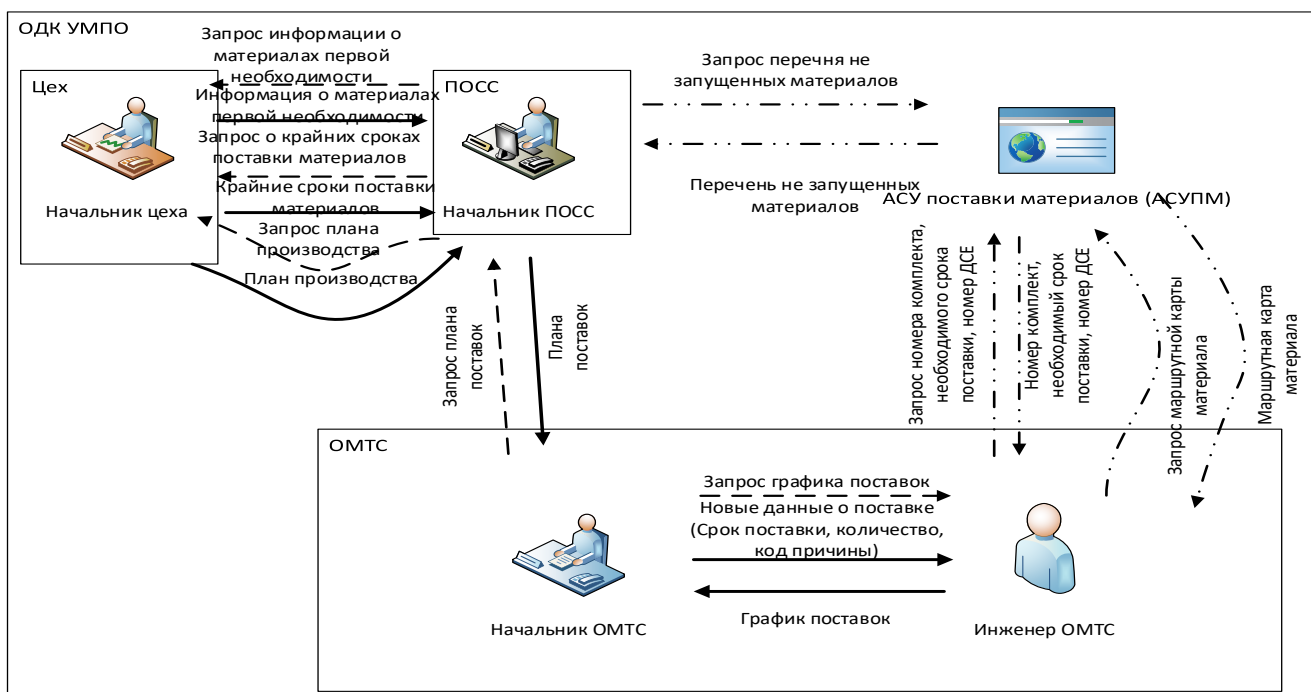


Рисунок 1 – Мнемосхема существующего процесса

В существующем процессе запрос и заполнение информации из АСУПМ производится вручную для каждого материала, что занимает достаточно много времени.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРЕДЛАГАЕМОГО ПРОЦЕССА

Для устранения недостатков существующего процесса предлагается разработать и внедрить Модуль формирования ГПМ, который должен предоставлять возможность автоматизированного формирования ГПМ на основе систематизированной информации из АСУПМ.

В предлагаемом процессе начальник ОМТС запрашивает план поставок у начальника ПОСС. Он в свою очередь формирует запрос перечня незапущенных материалов в АСУПМ. После получения перечня незапущенных материалов он запрашивает у начальника цеха план производства, запрос о материалах первой необходимости и о крайних сроках поставки. После получения всех запрошенных данных он на их основании (в совокупности с предыдущими данными) составляет план поставок и отправляет его начальнику ОМТС. В свою очередь начальник ОМТС запрашивает график поставки у инженера ОМТС и передает ему новые данные о поставке. Инженер ОМТС формирует запрос Модулю формирования ГПМ о формировании ГПМ. После чего останется только дополнить сформированный график и передать его начальнику ОМТС.

На рисунке 2 представлена мнемосхема предлагаемого процесса, составленная по описанию выше.

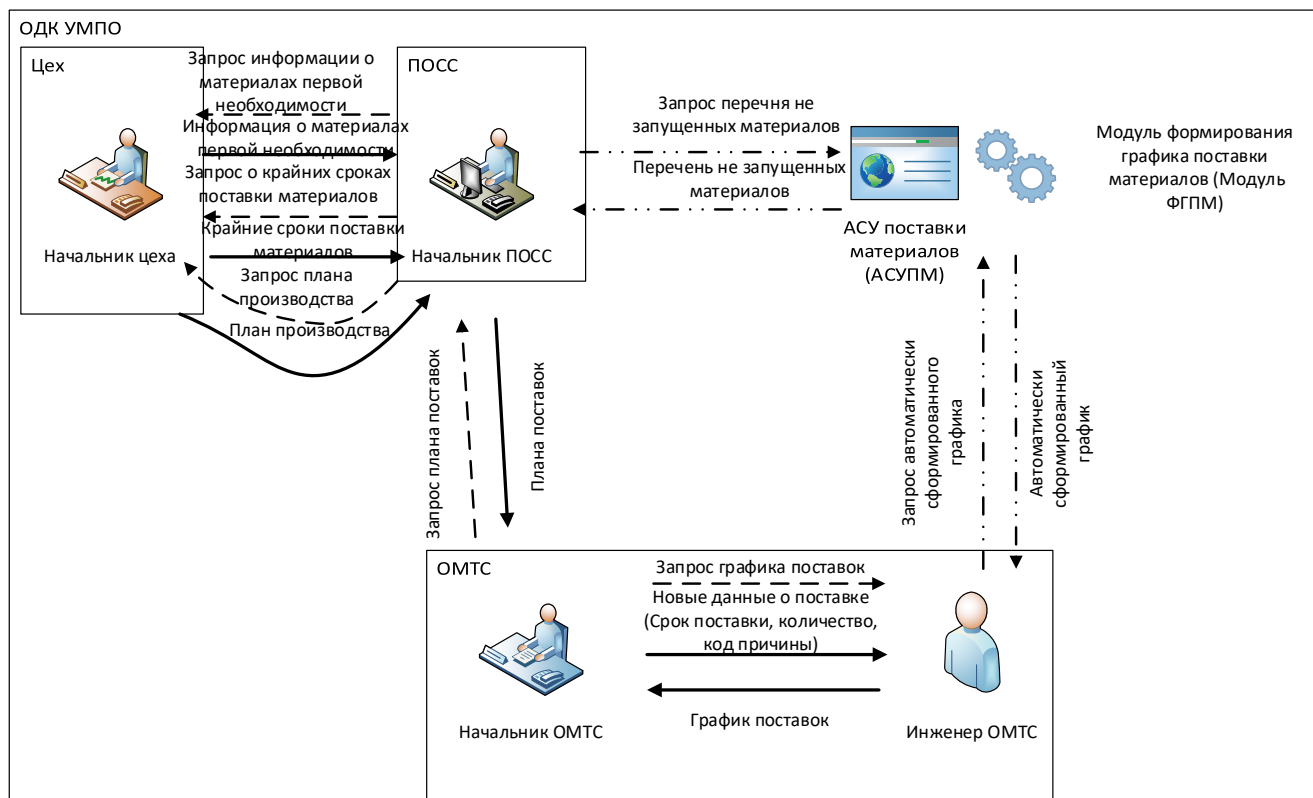


Рисунок 2 – Мнемосхема предлагаемого процесса

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ

Процесс формирования ГПМ в текущих условиях может занимать слишком много времени. В рамках данной работы в организации были опрошены сотрудники ОМТС: начальник отдела и заместитель начальника отдела. На основе данных, полученных в ходе устного опроса, была составлена последовательность действий описываемого процесса, получены примерные временные характеристики, которые впоследствии были усреднены и использовались при моделировании и оценке времени исполнения задач. Для того, чтобы оценить временные промежутки для подготовки и формирования ГПМ, можно применить математический аппарат для моделирования динамических дискретных систем в виде сети Петри.

Для процесса до автоматизации построим сеть Петри с точки зрения инженера ОМТС. Состояния процесса:

P1 – новые данные о поставках (срок поставки, количество, код причины) получены инженером от начальника ОМТС;

P2 – детали найдены в АСУПМ инженером ОМТС по полученным от начальника данным;

P3 – поля с характеристиками детали в ГПМ заполнены инженером ОМТС;

P4 – достаточное количество необходимых деталей на складе;

P5 – заполненное инженером ОМТС поле с количеством деталей в ГПМ;

P6 – подтверждение заполненности всех полей всех деталей инженером ОМТС;

P7 – распечатанный ГПМ инженером ОМТС;

P8 – отправленный инженером ОМТС распечатанный ГПМ на согласование начальнику ОМТС;

P9 – недостаточное количество необходимых деталей на складе;

P10 – ГПМ без данных о детали с недостаточным количестве на складе;

P11 – успешное информирование инженером ОМТС отдела закупок о недостаточном количестве определенного типа деталей на складе;

P12 – незаполненные поля деталей, выявленные инженером ОМТС в ГПМ;

P13 – детали не найдены в АСУПМ инженером ОМТС;

P14 – успешное информирование инженером начальника ОМТС об отсутствии данных об определенной детали в АСУПМ.

Переходы между состояниями процесса:

t1 – поиск необходимых материалов в АСУПМ инженером ОМТС по полученным данным от начальника;

t2 – заполнение характеристик детали (номер комплекта, необходимый срок поставки, номер ДСЕ) в ГПМ инженером ОМТС из АСУПМ;

- t3 – анализ количества деталей на складе инженером ОМТС;
- t4 – заполнение количества деталей в ГПМ инженером ОМТС;
- t5 – проверка заполненности полей каждой ДСЕ инженером ОМТС;
- t6 – распечатка ГПМ инженером ОМТС;
- t7 – отправка инженером ОМТС распечатанного ГПМ на согласование начальнику ОМТС;
- t8 – удаление инженером ОМТС данных о ДСЕ с недостаточным количеством на складе из ГПМ;
- t9 – информирование инженером ОМТС отдела закупок о недостаточном количестве определенного типа ДСЕ на складе;
- t10 – информирование инженером начальника ОМТС об отсутствии данных об определенной ДСЕ в АСУПМ.

На рисунке 3 отображен процесс формирования ГПМ внутри предприятия до автоматизации с описанными выше состояниями и переходами.

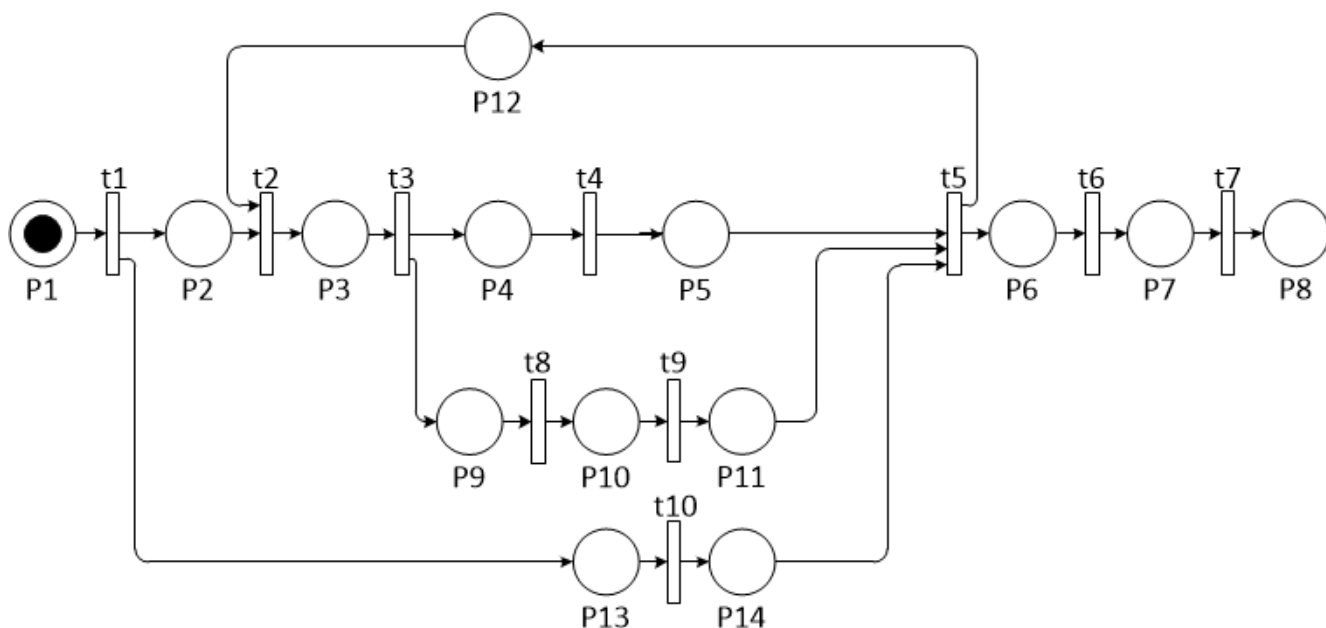


Рисунок 3 – Сеть Петри для процесса до автоматизации

Для наглядного представления результатов выполнения переходов процесса до автоматизации данные сведены в таблицу 1.

Таблица 1 – Результаты выполнения переходов процесса до автоматизации

Переходы Состояния	t1, мин	t2, мин	t3, мин	t4, мин	t5, мин	t6, мин	t7, мин	t8, мин	t9, мин	t10, мин
p1	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
p2	-	40	-	-	-	-	-	-	-	-
p3	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-
p4	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
p5	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-
p6	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-
p7	-	-	-	-	-	-	10	-	-	-
p8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
p9	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-
p10	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-
p11	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-
p12	-	40	-	-	-	-	-	-	-	-
p13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10
p14	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-

Переход из состояния P2 или P12 в состояние P3 занимает критические 40 минут. Это связано с тем, что поиск ведется инженером ОМТС вручную для каждой детали и заполняется каждое поле характеристики вручную. При увеличении количества деталей процесс может занимать критически много времени.

Для оценки временных затрат до автоматизации возьмем в пример максимальное безошибочное время формирования графика для одного материала. Согласно таблице 1 создание ГПМ с учетом состояний P1 – P8 и

переходов $t_1 - t_7$ займет 63 минуты, а в случае появления отклонений (состояния P9 – P14, переходы $t_8 - t_{10}$) – 117 минут.

Для сравнения построим сеть Петри для процесса после автоматизации с точки зрения инженера ОМТС. Состояния процесса:

P1 – новые данные о поставках (срок поставки, количество, код причины) получены инженером от начальника ОМТС;

P2 – автоматически сформированный ГПМ, готовый для ручного внесения дополнительных данных инженером ОМТС;

P3 – автоматически сформированный ГПМ с заполненными полями ручного ввода;

P4 – достоверные данные о количестве деталей на складе в автоматически сформированном ГПМ;

P5 – автоматически сформированный ГПМ с заполненными полями;

P6 – автоматически сформированный ГПМ с корректно заполненными полями;

P7 – распечатанный ГПМ инженером ОМТС;

P8 – отправленный инженером ОМТС распечатанный ГПМ на согласование начальнику ОМТС;

P9 – ГПМ не сформирован автоматически модулем формирования ГПМ;

P10 – возможность исправления ошибки инженером ОМТС, возникающей при автоматическом составлении ГПМ в модуле формирования ГПМ;

P11 – отсутствие ошибок при автоматическом составлении ГПМ;

P12 – присутствие ошибок при автоматическом составлении ГПМ, после попытки их устранения инженером ОМТС;

P13 – невозможность исправления ошибки инженером ОМТС, возникающей при автоматическом составлении ГПМ в модуле формирования ГПМ;

P14 – успешное отправление запроса на устранение ошибок от инженера ОМТС ведущему программисту отдела автоматизированных систем управления (АСУ);

P15 – недостаточное количество необходимых деталей на складе;

P16 – ГПМ без данных о детали с недостаточным количестве на складе;

P17 – успешное информирование инженером ОМТС отдела закупок о недостаточном количестве определенного типа деталей на складе;

P18 – выявление незаполненных полей детали инженером ОМТС в ГПМ;

P19 – некорректно заполненные поля в автоматически сформированном ГПМ в модуле формирования ГПМ;

P20 – автоматически сформированный ГПМ с корректно заполненными полями.

Переходы между состояниями процесса:

t1 – формирование ГПМ инженером ОМТС автоматически с помощью модуля формирования ГПМ;

t2 – ручное заполнение дополнительных данных детали в автоматически составленном ГПМ инженером ОМТС;

t3 – проверка достоверности данных о количестве деталей на складе инженером ОМТС;

t4 – проверка заполненности всех полей инженером ОМТС в автоматически сформированном ГПМ;

t5 – проверка корректности заполнения полей инженером ОМТС в автоматически сформированном ГПМ;

t6 – распечатка ГПМ инженером ОМТС;

t7 – отправка инженером ОМТС распечатанного ГПМ на согласование начальнику ОМТС;

t8 – анализ возможности исправления ошибок самостоятельно инженером ОМТС;

t9 – исправление ошибки вручную инженером ОМТС на рабочем месте;

t10 – отправка запроса на устранение ошибок инженером ОМТС ведущему программисту отдела АСУ;

t11 – удаление инженером ОМТС данных о детали с недостаточным количеством на складе из ГПМ;

t12 – информирование инженером ОМТС отдела закупок о недостаточном количестве определенного типа деталей на складе;

t13 – исправление ошибок заполнения полей в автоматически сформированном ГПМ в модуле формирования ГПМ.

На рисунке 4 изображен автоматизированный процесс формирования ГПМ на предприятие с описанными выше состояниями и переходами.

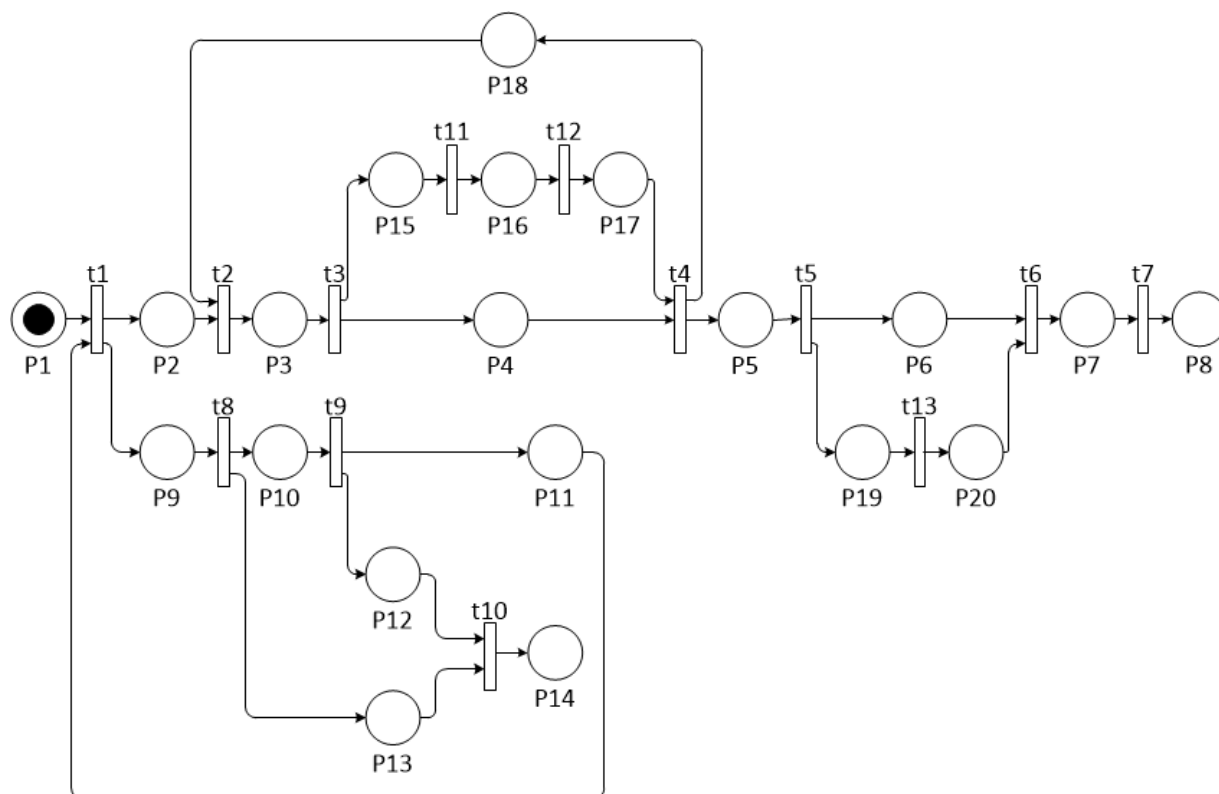


Рисунок 4 – Сеть Петри для процесса после автоматизации

Для наглядного представления результатов выполнения переходов процесса после автоматизации данные сведены в таблицу 2.

Таблица 2 – Результаты выполнения переходов после автоматизации процесса

Переходы Состояния	t1, мин	t2, мин	t3, мин	t4, мин	t5, мин	t6, мин	t7, мин	t8, мин	t9, мин	t10, мин	t11, мин	t12, мин	t13, мин
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
p1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
p2	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
p3	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
p4	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
p5	-	-	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-
p6	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-
p7	-	-	-	-	-	-	10	-	-	-	-	-	-
p8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
p9	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-
p10	-	-	-	-	-	-	-	-	7	-	-	-	-
p11	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
p12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-
p13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-
p14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
p15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-
p16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-
p17	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
p18	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
p19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10
P20	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-

В данном процессе переходы из состояния в состояние не занимают более 10 минут, что положительно сказывается на времени выполнения всего процесса.

Для оценки временных затрат после автоматизации возьмем в пример максимальное безошибочное время формирования ГПМ для одной детали. Согласно таблице 2 создание ГПМ с учетом состояний P1 – P8 и переходов t1 – t7 займет 36 минут, а в случае появления отклонений (состояния P9 – P20, переходы t8 – t13) – 91 минут.

Из приведенных моделей следует, что после автоматизации этап формирования ГПМ для одной детали займет примерно в 2 раза меньше времени без отклонений и примерно в 1,5 раза меньше времени с учетом возникновения отклонений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Осуществление поставок является первоначальным звеном большинства организаций, а от эффективности его функционирования зависят показатели всей производственно-хозяйственной деятельности предприятия.

Из разработанной математической модели следует, что автоматизация процесса формирования графика поставок материалов внутри предприятия является целесообразным решением. Внедрение модуля формирования ГПМ позволит повысить эффективность процесса формирования ГПМ.

Список литературы:

1. Котов В.Е. Сети Петри./ Котов В.Е. – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1984. 160 с. [Электронный ресурс]. URL: <https://bookree.org/reader?file=437515> (Дата обращения: 21.03.2022).
2. Маклаков С.В. ВРwin и ERwin: CASE-средства для разработки информационных систем / Маклаков С.В. – М.: Диалог-МИФИ, 2000.

[Электронный ресурс]. URL: <https://coollib.com/b/147153/read> (Дата обращения: 21.03.2022).

3. Самарский А.А., Михайлов А.П. Математическое моделирование. Идеи. Методы. Примеры/ Самарский А.А., Михайлов А.П. – М.: Физматлит, 2001. — 320 с. [Электронный ресурс]. URL: <http://samarskii.ru/books/book2001.pdf> (Дата обращения: 24.03.2022).