Федеральное государственное бюджетное образовательное

учреждение высшего профессионального образования

Санкт-Петербургский государственный университет

Высшая школа менеджмента

Совершенствование системы управления запасами комплектующих для «Хендэ мотор мануфактуринг рус»

Выпускная квалификационная работа

студентки 4 курса программы бакалавриата

по направлению «Менеджмент»

профиль - Логистика

**КУЗЬМИНОЙ Яны Игоревны**

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Научный руководитель

к.э.н., ассистент

ГЛАДКОВА Маргарита Анатольевна

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

«СООТВЕТСТВУЕТ ТРЕБОВАНИЯМ»

*(подпись научного руководителя)*

« » 2017 г.

Санкт-Петербург

2017

# ЗАЯВЛЕНИЕ О САМОСТОЯТЕЛЬНОМ ВЫПОЛНЕНИИ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦОННОЙ РАБОТЫ

Я, Кузьмина Яна Игоревна, студентка 4 курса направления 080200 «Менеджмент» (профиль подготовки – Логистика), заявляю, что в моей выпускной квалификационной работе на тему «Совершенствование системы управления запасами комплектующих для компании «Хендэ мотор мануфактуринг рус», представленной в службу обеспечения программ бакалавриата для последующей передачи в государственную аттестационную комиссию для публичной защиты, не содержится элементов плагиата. Все прямые заимствования из печатных и электронных источников, а также из защищённых ранее курсовых и выпускных квалификационных работ, кандидатских и докторских диссертаций имеют соответствующие ссылки.

Мне известно содержание п. 9.7.1 Правил обучения по основным образовательным программам высшего и среднего профессионального образования в СПбГУ о том, что «ВКР выполняется индивидуально каждым студентом под руководством назначенного ему научного руководителя», и п. 51 Устава федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный университет» о том, что «студент подлежит отчислению из Санкт-Петербургского университета за представление курсовой или выпускной квалификационной работы, выполненной другим лицом (лицами)».

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ (Подпись студента)

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ (Дата)

**Оглавление**

[Введение 5](#_Toc483221937)

[Глава 1. Текущее состояние системы управления запасами комплектующих в компании «Хендэ Мотор Мануфактуринг Рус» 8](#_Toc483221938)

[1.1 Историческое развитие компании Hyundai Motor Company 8](#_Toc483221939)

[1.2 Управление производством и цепочкой поставок в автомобильной промышленности 11](#_Toc483221940)

[1.3 Сравнительный анализ концепций производства JIT и JIS 14](#_Toc483221941)

[1.4 Процесс производства в компании «ХММР» 15](#_Toc483221942)

[1.5 Особенности планирования в «ХММР» 21](#_Toc483221943)

[1.6 Выводы по главе 1 23](#_Toc483221944)

[Глава 2. Выбор метода улучшения системы управления запасами 25](#_Toc483221945)

[2.1 Управление запасами в организациях 25](#_Toc483221946)

[2.2 Модели управления запасами 28](#_Toc483221947)

[2.3 Способы определения уровня логистического сервиса в моделях управления запасами…………………………………………………………………………………………...33](#_Toc483221948)

[2.4 Методы расчета страхового запаса 35](#_Toc483221949)

[2.5 Выводы по главе 2 38](#_Toc483221950)

[Глава 3. Совершенствование планирования производства компании «Хендэ мотор мануфактуринг рус» 40](#_Toc483221951)

[3.1 Расчет уровня страхового запаса 40](#_Toc483221952)

[3.2 Модель по усовершенствованию планирования производства 46](#_Toc483221953)

[3.3 Оценка эффектов внедрения новой модели 49](#_Toc483221954)

[3.4 Рекомендации компании «Хендэ Мотор Мануфактуринг Рус» 53](#_Toc483221955)

[3.5 Выводы по главе 3 54](#_Toc483221956)

[Заключение 56](#_Toc483221957)

[Список литературы 59](#_Toc483221958)

[Приложение 1 64](#_Toc483221959)

[Приложение 2 65](#_Toc483221960)

[Приложение 3 66](#_Toc483221961)

[Приложение 4 67](#_Toc483221962)

[Приложение 5 68](#_Toc483221963)

[Приложение 6 69](#_Toc483221964)

# 

# Введение

Управление запасами всегда было одним из важнейших процессов для организации логистики в компаниях любых отраслей. Поэтому проблеме определения модели управления запасами, отвечающей модели управления производством, решению вопросов о необходимости создания буферных запасов, способных нивелировать риски, с которыми сталкивается та или иная компания при организации своей деятельности, выстраиванию прочных отношений с поставщиками, которые позволят сократить затраты на снабжение, уделяется большое внимание и посвящается большое количество различных исследований.

В настоящее время в условиях быстроменяющейся и неустойчивой внешней среды ведения бизнеса многие компании вынуждены выбирать одну из двух альтернатив: хранение большого объема запасов или упущенные возможности производства или продажи товаров. Компании, которые оценивают как более высокие издержки упущенных возможностей продаж готовой продукции или простоя оборудования, если речь идет об образовании дефицита материальных запасов, нежели затраты на хранение, как правило, хранят большой объем запасов, а также создают страховые запасы. До сих пор отсутствует однозначная методика определения страховых запасов ввиду того, что каждая компания, столкнувшись с необходимостью создания буферного запаса, стремится учесть и минимизировать специфические для нее риски. Таким образом, на данный момент многие компании определяют объем страхового запаса на основе предыдущего опыта, что не всегда является приемлемым и отвечает реальным потребностям компании.

Компания «Хендэ Мотор Мануфактуринг Рус» не является исключением и определяет объем страхового запаса на основе опыта менеджмента. По мнению представителей компании, данный подход не является точным, и текущий объем страхового запаса по некоторым комплектующим часто является избыточным. Однако особенности планирования производства в компании не позволяют полностью отказаться от хранения запаса. Отсутствие точного производственного плана в целевой компании обуславливает расхождение планируемого спроса на комплектующие от фактического, следовательно, возникает необходимость создания определенного уровня страхового запаса.

Настоящая работа представляет собой консультационный проект для компании «Хендэ Мотор Мануфактуринг Рус» («ХММР») по совершенствованию управления запасами: применению различных подходов для определения необходимого компании уровня страховых запасов, а также разработке мероприятий по уменьшению влияния факторов, которые обуславливают необходимость создания страхового запаса. Объектом настоящей работы является компания «ХММР», предметом - размер страхового запаса комплектующих (от поставщиков Donghee, Doowon).

Главной целью настоящей работы является разработка инструментария для определения уровня страхового запаса комплектующих для производства автомобилей компанией «Хендэ Мотор Мануфактуринг Рус» от поставщиков Doowon и Donghee и предложение вариантов улучшения планирования ежедневного производства для сокращения необходимых страховых запасов. Для достижения этой цели решаются следующие задачи:

1. Определение факторов, влияющих на необходимость содержания страхового запаса в компании;
2. Выявление причин, влияющих на отклонения фактического спроса на комплектующие от реального;
3. Выявление особенностей взаимоотношений с поставщиками Doowon, Donghee и организации поставок;
4. Выбор модели управления запасами и методов вычисления страхового запаса;
5. Вычисление объемов страхового запаса комплектующих от поставщиков Doowon, Donghee;
6. Разработка модели по усовершенствованию планирования производства;
7. Оценка влияния более точного производственного планирования на объем страхового запаса;
8. Формулировка рекомендаций для компании «Хендэ Мотор Мануфактуринг Рус» по совершенствованию системы управления запасами.

Для написания настоящей работы были использованы как отечественные, так и зарубежные методические пособия и научные статьи. Проблема управления запасами в организациях получила широкое освещение в специализированной литературе. О значимости роли запасов для полного удовлетворения спроса в постоянно меняющейся внешней среде говорят К.О. Ким, Дж.К. Баик, Дж. Джюн в работе *Adaptive inventory control models for supply chain management*, Н. Немтаджела в статье *Inventory Management Models and Their Effects on Uncertain Demand* и П. Понтрандольфо в исследовании *Global supply chain management: a reinforcement learning approach*. Р.С. Кумар в статье *Comprehensive Study on Wastages of Supply Chain Information Sharing in Automotive Industries* утверждает, что в настоящее время даже при использовании концепций Just-in-Time и Just-in-Sequence необходимо содержать страховой запас. Среди исследованной научной литературы необходимо выделить работу С. Нахмиаса *Production and Operations Analysis*, на основании которой для целевой компании была определена модель управления запасами, а также пособие Д.Дж. Бауэрсокса «Логистика: интегрированная цепь поставок» и исследование А.Г. Мадеры «Как определить страховой запас» для разработки инструментария для расчета объема страхового запаса для целевой компании. Работы Т.А. Ильиной «Определение оптимального уровня запасов материально-технических ресурсов на промышленном предприятии», С.Ю. Даниловой «Оптимизация уровня запасов производства с целью повышения конкурентоспособности предприятия с непрерывным циклом производства», Янос Корпонаи *The effect of the demand-changes on the inventories*, *The effect of the safety stock on the occurrence probability of the stock shortage* наглядно демонстрируют применимость выбранных методов на практике.

Настоящая работа состоит из трех глав. Первая глава посвящена анализу истории и текущего положения компании «ХММР», выявлению тенденций в производственной деятельности в компаниях индустрии автомобилестроения, а также анализу производственных процессов целевой компании, влияния выявленных особенностей на ее деятельность и мероприятий по управлению запасами и по планированию производства, которые в ней проводятся. Во второй главе представлен анализ научной литературы, посвящённой вопросам управления запасами в организациях различных отраслей, в том числе автомобильной, методам определения уровня страховых запасов в различных моделях управления запасами и выбору принципов и подходов, которые будут использованы в настоящей работе. Третья глава содержит результаты решения задачи по разработке и применению инструментария для определения уровня страхового запаса, действительно необходимого компании, а также по разработке вариантов улучшения планирования производства для компании «ХММР».

# Глава 1. Текущее состояние системы управления запасами комплектующих в компании «Хендэ Мотор Мануфактуринг Рус»

## Историческое развитие компании Hyundai Motor Company

«Хендэ Мотор Мануфактуринг рус» (Hyundai Motor Manufacturing Rus) – завод южнокорейской автомобилестроительной компании “Hyundai Motor Company”, расположенный в Санкт-Петербурге.

История компании Hyundai началась в Корее в 1939 г., когда автомеханик Чон Джу Ен открыл собственную мастерскую по ремонту автомобилей. Однако название Hyundai возникло только восемь лет спустя, когда Чон Джу Ен руководил многопрофильной фирмой, обслуживавшей интересы армии США, а также бравшей подряды на строительство домов, мостов, кораблей, станков. 1967 г. ознаменовал собой начало производства автомобилей под маркой Hyundai (кор. «современность»), созданных с учетом опыта американского и японского автомобилестроения; тогда же компания получает свое современное название – Hyundai Motor Company. Изначально компания занималась лицензионной сборкой автомобилей Ford, но постепенно освоила производство оригинального корейского легкового автомобиля Hyundai Pony. При этом далеко не все компоненты были корейского производства. Прежде всего это касалось всех деталей, связанных непосредственно с двигателем. Восьмидесятые годы ХХ в. – это период стремительного роста компании и разработки абсолютно новых моделей автомобилей. Наиболее успешным проектом признан автомобиль Hyundai Sonata, который благодаря выгодному соотношению «цена-качества» за короткий срок сумел покорить не только восточноазиатский, но и мировой рынок. В 1991 г. в компании появляется первый автомобиль, собранный исключительно из корейских компонентов с 1,5-литровым двигателем Hyundai Alpha.

До 1997 г. компания Hyundai Motor Company производила автомобили исключительно на корейских мощностях, и лишь в конце 90-х гг. ХХ в. компания открывает заводы за границей; в частности, первый иностранный завод Hyundai был открыт в Турции; впоследствии производство автомобилей Hyundai было развернуто в таких странах, как США, Индия, Китай, Чехия, Россия и Бразилия. Основной задачей при открытии местных производств компания Hyundai видит снижение стоимости продукции и наращивание продаж, а также «вклад в развитие национальных экономик», преодоление социальных вызовов, содействие «внедрению мировых стандартов ответственного ведения бизнеса»[[1]](#footnote-1).

После распада СССР автомобильная промышленность России на протяжении длительного времени находилась в кризисе: закрывались отечественные автомобилестроительные заводы, разрушилась цепочка поставок компонентов из ставших независимыми бывших советских республик, что усугубилось недружественным отношением к России ряда государств, обладавших значительными мощностями по производству автозапчастей. После дефолта 1998 г. российская автомобильная промышленность отчасти отыграла свои позиции, но принципиальных изменений не произошло, и с 2002 г. в России увеличивается доля автомобилей иностранных марок, собираемых на отечественных заводах. Особенно высока доля иномарок в сегменте легковых автомобилей (41,3% в 2007 г.), в то время как в сегменте грузовых автомобилей и автобусов она по-прежнему не так высока: 7,9% и 9,8% соответственно. Мощности заводов иностранных компаний, восемь из которых находятся в Санкт-Петербурге (ЯРОВИТ Моторс, General Motors, Hyundai, MAN, Navistar International, Nissan, Scania и Toyota), включают в себя полную сборку автомобилей с высокой степенью локализации производства[[2]](#footnote-2).

В апреле 2010 г. правительство России выпустило «Стратегию развития автомобильной промышленности России на период до 2020 года», целью которой является «максимизация добавленной стоимости по всем переделам цепочки создания автотранспортных средств в России при достаточном выборе и качестве продукции автомобилестроения». Среди задач, сформулированных правительством Российской Федерации, для настоящей работы интересен пункт 4 («максимальная локализация производства комплектующих для производимой автомобильной техники»), предполагающий уменьшение длины логистической цепочки при производстве автомобилей.

В разделе, посвященном развитию региональных кластеров, еще раз подчеркивается значение логистических факторов при развитии отечественной автомобильной промышленности: «Создание отраслевых кластеров приносит значительную выгоду для всех его участников, в основном по следующим направлениям: экономия на логистике, благодаря географической близости (близость и большое количество поставщиков)…»[[3]](#footnote-3)

Среди конкретных мер, предлагаемых для развития региональных кластеров, упомянуто развитие логистической инфраструктуры, в т.ч. транспортной, складской и пр., повышение конкуренции логистических компаний с учетом пересмотра тарифной базы технопарков и городов.

Первой попыткой производство автомобилей Hyundai в России стало сотрудничество компании Hyundai Motor Company c Таганрогским автомобильным заводом, продолжавшееся с 2000 по 2010 гг. За это время на заводе, созданном по инициативе другой корейской компании Daewoo, был налажен выпуск нескольких моделей Hyundai[[4]](#footnote-4). После открытия завода в Петербурге производство компания Hyundai прекратила производство легковых автомобилей на Таганрогском заводе, однако там продолжали выпускать[[5]](#footnote-5) грузовую модель Hyundai Porter и автобус Hyundai County (вплоть до банкротства завода в 2014 г.[[6]](#footnote-6)).

Первым шагом к созданию производства компании Hyundai в Санкт-Петербурге стало подписание Соглашения об организации промышленной сборки на территории РФ с Министерством экономического развития, промышленности и торговли, состоявшееся в сентябре 2007 г. Данный шаг стал логическим продолжением курса, взятого правительством РФ и администрации Санкт-Петербурга, направленного на развитие промышленности и, в частности, автомобилестроительного сектора.

В июне 2008 г. в промышленной зоне Каменка состоялась закладка завода ООО «Хендэ Мотор Мануфактуринг Рус», в декабре того же года был подписан Меморандум о взаимопонимании между Санкт-Петербургом и группой поставщиков Hyundai Motor, составивших Промышленный парк поставщиков завода Hyundai Motor Company. В 2010 г. были проведены необходимые тестовые мероприятия, а в январе 2011 г. с конвейера сошел первый Hyundai Solaris.

Финансовый кризис наложил отпечаток на автомобильную промышленность Санкт-Петербурга. Несмотря на то, что в 2013 г. в целом по России наблюдалось снижение спроса и объема производства, петербургская автомобильная промышленность выросла, однако рост был незначительным и составил 1%, причем его доля в российском автопроме достигла 20%[[7]](#footnote-7). В настоящее время автомобильный кластер Петербурга продолжает развиваться. Высокую оценку перспективам его развития неоднократно высказывал губернатор города Г.С. Полтавченко, ссылаясь на логистические возможности портового города, высокий региональный спрос и выгодный курс рубля для отправки товаров на экспорт[[8]](#footnote-8).

Следует отметить, что компания Hyundai вошла в кризис относительно успешно: так, например, в I квартале 2013 г. 55% автомобилей, выпущенных в Санкт-Петербурге, пришлось на завод Hyundai, хотя рост производства составил всего 4% (при среднем показателе по городу 9%)[[9]](#footnote-9). В 2015 г. автомобильные компании Санкт-Петербурга продемонстрировали снижение производства на 27%. Вместе с тем, в отличие от заводов Nissan и General Motors компания «Хенде Мотор Мануфактуринг Рус» не останавливала производство и не прекратила выпуск своих моделей. Более того, в 2015 г. компания рассматривала возможность расширения экспорта, прежде всего экспорта комплектующих. Однако представители компании подчеркивали, что для этого нужна поддержка «в части транспортировки, снижения таможенных пошлин и логистических связей»[[10]](#footnote-10).

В настоящий момент завод «Хенде Мотор Мануфактуринг Рус» является заводом с полным производственным циклом, включая штамповку кузовных панелей, сварку, окраску кузова и сборку готового автомобиля. Инвестиции в его строительство и развитие составило более 700 млн. долларов США; ежегодно с конвейера сходят 200 тыс. автомобилей. Таким образом, завод является вторым по величине автомобильным заводом России. На заводе производятся такие модели, как Hyundai Solaris, Hyundai Creta и Kia Rio, причем некоторые из моделей экспортируются в страны дальнего и ближнего зарубежья[[11]](#footnote-11).

## Управление производством и цепочкой поставок в автомобильной промышленности

Для большинства компаний в мировой автомобильной промышленности ключевым фактором успеха на глобальном рынке в настоящее время является возможность удовлетворять спрос потребителей, который становится все более специфическим в отношении предлагаемого разнообразия продуктов и услуг.

Для достижения данной цели производители начали работать по принципу «сборка по заказу», чтобы точно удовлетворять спрос и требования по разнообразию продуктов, следуя при этом стратегии массовой кастомизации. При таком подходе к производству, основанном на данных о спросе, планирование производства и сборка каждого продукта осуществляется в соответствии с утвержденными заказами потребителей. Данный подход задает определённые трудности в организации операций как отдельно в производственной логистике, так и во всей цепи поставок. Удовлетворению специфических предпочтений потребителей препятствуют некоторые факторы неопределенности, которые приводят к нестабильному материальному потоку в цепочке поставок.

Если рассматривать наиболее важные из них, то, во-первых, следует обратить внимание на неравные возможности доступа к релевантной и актуальной информации у всех участников цепочки поставок или неполноту получаемой ими информации. Плохой обмен информацией, особенно в случаях резких изменений спроса, как правило, приводит к высокому уровню страхового запаса как на производственном предприятии, так и на предприятиях или складах основных поставщиков. Особо острой проблемой в данном случае является недостаточное информирование компанией-производителей своих поставщиков.

Во-вторых, причиной нестабильных материальных потоков, следовательно, и препятствием к успешной работе по принципу «сборка по заказу», может стать низкое качество комплектующих или иных материалов у поставщика, что приводит к нестабильному времени исполнения заказа. Это может привести к дефициту необходимых материалов у производителя и к остановке производственных линий, что, ко всему прочему, сопряжено с большими издержками. Помимо этого, риск получения некачественных изделий от поставщика или задержка в получении негативно влияют и на другое звено цепочки поставок, приводя к задержке получения готовой продукции конечным потребителям, что имеет особое значение в том случае, если отгрузка должна быть выполнена в определенное время.

Кроме того, проблемой принципа производства «сборка по заказу» может являться необходимость хранения большого количества дорогостоящих комплектующих, отличающихся большим количеством специфических параметров. Для того чтобы избежать больших издержек, сопряженных с хранением и поддержанием запасов и сделать работу цепи поставок более эффективной, компании прибегли к использованию концепций Just-in-Time (JIT) и Just-in-Sequence (JIS).

С.М. Вагнер и В. Сильвейра-Камаргос в статье *Decision model for the application of just-in-sequence*[[12]](#footnote-12) отмечают, что в такой производственной отрасли, как автомобильная, уже традиционная концепция производства Just-in-Time достигла своих ограничений: увеличение необходимого места для хранения на складе или на производственной площадке, высокий предполагаемый уровень запасов, большие издержки на погрузо-разгрузочные работы и на хранение и частая путаница при поставке комплектующих на линию сборки. Более того, для достижения цели максимального удовлетворения спроса на автомобили, обладающие индивидуальными характеристиками, необходимо избегать нестабильных материальных потоков в цепочке поставок. Все эти факторы указывают на необходимость внедрения более новой, улучшенной концепции производства - Just-in-Sequence. Она позволяет контролировать как производство, так и логистику с помощью определенно заданных последовательностей.

Концепция производства Just-in-Sequence – точно в последовательности является расширением концепции Just-in-Time, которое обеспечивает наиболее эффективное по затратам массовое производство кастомизированных конечных продуктов: поддержание низкого уровня запасов, обеспечение высокой оборачиваемости материалов, снижение величины рабочего капитала, занятого в процессе производства. Суть концепции JIS состоит не только в том, что материалы и комплектующие поставляются на линию производства в нужном количестве и в нужное время, но и в том, что они поставляются в заданной компанией-производителем последовательности производства конечного продукта.

В рамках концепции JIS должны быть реализованы следующие аспекты:

1. Материальный поток должен соответствовать концепции JIS, т.е. поставка материалов или компонентов на производственную линию должна быть организована в последовательности производства конечного продукта.
2. Должен быть установлен фиксированный промежуток времени до момента начала сборки, когда последовательность производства конечного продукта строго установлена и неизменна с данного момента. Благодаря этому поставщик успевает сформировать последовательность и доставить ее к производственной линии.

Стоит отметить, что концепция JIS не является феноменом, нашедшим применение только в автомобильной промышленности. Как отмечают Граф и Путцлохер в статье *DaimlerChrysler: integrated sourcing networks*[[13]](#footnote-13), именно в компаниях данной индустрии концепция стала восприниматься как стандартная, а число компонентов, поставляемых точно в последовательности, в последние 20 лет составило от 40 до 60%. Однако раньше данная концепция широко применялась и в других отраслях. Например, в компаниях Dell и Siemens, действующих в отрасли электротехники, в американской компании по производству мебели Stealcase, в производстве мотоциклов компании BMW и в крупнейшем производителе сельскохозяйственной техники John Deere. Все эти компании объединяет широкий ряд производимой продукции, система модульного производства, достаточно крупная партия поставок и высоко конкурентная среда ведения бизнеса.

## Сравнительный анализ концепций производства JIT и JIS

Несмотря на широкое распространение и применение концепции JIS в компаниях автомобильной промышленности, в литературе данная концепция зачастую трактуется как JIT, причем игнорируется тот факт, что последовательные поставки более сложны в реализации, чем поставки «точно в срок», а также требуют большей интегрированности участников цепочки поставок.

Концепции производства JIT и JIS также отличаются и другими факторами, которые необходимо учитывать при принятии решений об использовании той или иной концепции производства, планирования и закупок, анализе производственной деятельности предприятия и затрат на ее организацию, а также выстраиванию моделей взаимоотношений с поставщиками.

Под концепцией JIT понимается поставка товаров надлежащего качества, в нужном количестве и в нужное время, в то время как концепция JIS превосходит JIT, добавляя к настоящему определению «в точной последовательности» для поставляемых компонентов. Основное различие данных концепций лежит в их определениях: в рамках JIS компоненты поставляются в строгой последовательности производства продуктов, установленной компанией-производителем. Таким образом, для обеспечения такого процесса необходимо, чтобы выполнялось требование совершенной синхронизации компании и поставщика, т.е. соответствия производственных возможностей, удобного месторасположения и хорошего транспортного сообщения, налаженных информационных потоков. Кроме того, от поставщика требуется соответствующая высоким стандартам система мониторинга качества для обеспечения бесперебойных поставок без задержек. Ввиду того, что производственная концепция JIS предполагает использование дифференцированных компонентов, размещение и хранение которых влечет за собой высокие издержки, поставки таких компонентов производятся с еще более короткими временными интервалами, чем при поставках Just-in-time. Следовательно, JIS позволяет существенно сократить затраты на хранение запасов, а также уменьшить место на складе, которое требуется для их хранения. Хранение меньшего объема компонентов для производства и сокращение затрат на управление запасами оказывают положительный эффект и на ликвидность организации: сокращается величина рабочего капитала, «замороженного в производстве».

В Таблице 1 приведен сравнительный анализ производственных концепций JIT и JIS по некоторым выделенным характеристикам, которые наиболее ярко отражают разницу концепций.

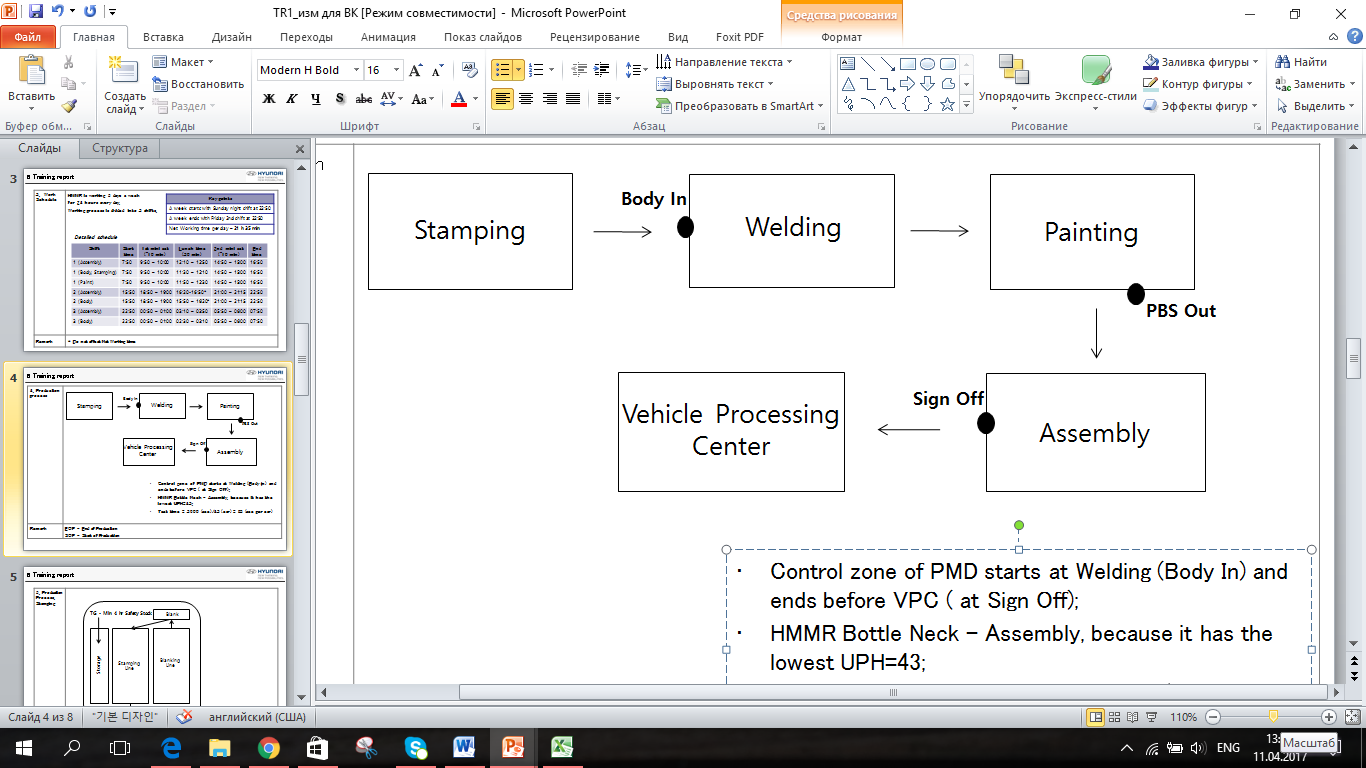
1. Сравнительный анализ концепций JIT и JIS

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Сравнительная характеристика** | **Just-in-time (JIT)** | **Just-in-Sequence (JIS)** |
| Спецификация компонентов | Низкая | Максимально высокая |
| Отношения с поставщиками | Партнерские, открытые, доверительные, долгосрочные | Интеграция с поставщиком, тесное сотрудничество, синхронизация |
| Важность обмена релевантной информации | Важно | Максимально важно |
| Информационная система | Стандартная/частично интегрированная | Полностью интегрированная |
| Последовательность производства | Неважна | Очень важна |
| Время выполнения заказа поставщиком | Дни/часы | Часы/минуты |
| Страховой запас | Необязателен | Отсутствует |
| Место для хранения на складе | Необходимо | Ненужно |
| Затраты на логистику | Высокие | Умеренно высокие |
| Величина рабочего капитала, «замороженного» в производстве (ликвидность) | Умеренно высокая | Высокая |

[Источник: составлено автором по С.М. Вагнер, 2011]

## Процесс производства в компании «ХММР»

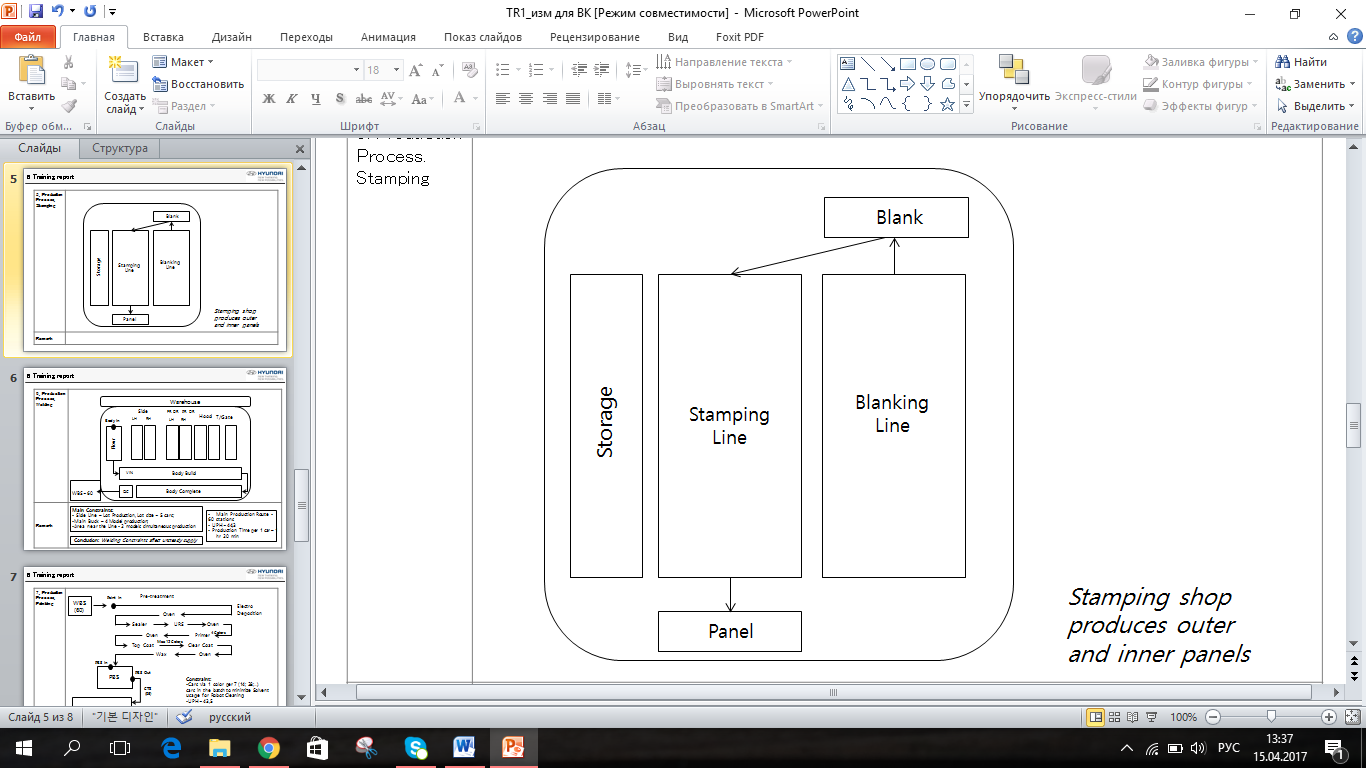
Предприятие «ХММР» - это завод с полным производственным циклом, где технологический процесс начинается с штамповки кузовных панелей и заканчивается сборкой готового автомобиля. Всего на заводе имеется 4 цеха: цех штамповки, цех сварки, цех окраски и цех сборки. На Рис.1 изображена общая схема производственного процесса по основным цехам. Начиная с Рисунка 1 и далее, в схемах используются термины на английском языке, в связи с тем, что такие названия приняты к рассматриваемой компании и не имеют аналогичного названия на русском языке.



1. Общая схема производственного процесса

[Источник: составлено автором по материалам компании «ХММР»]

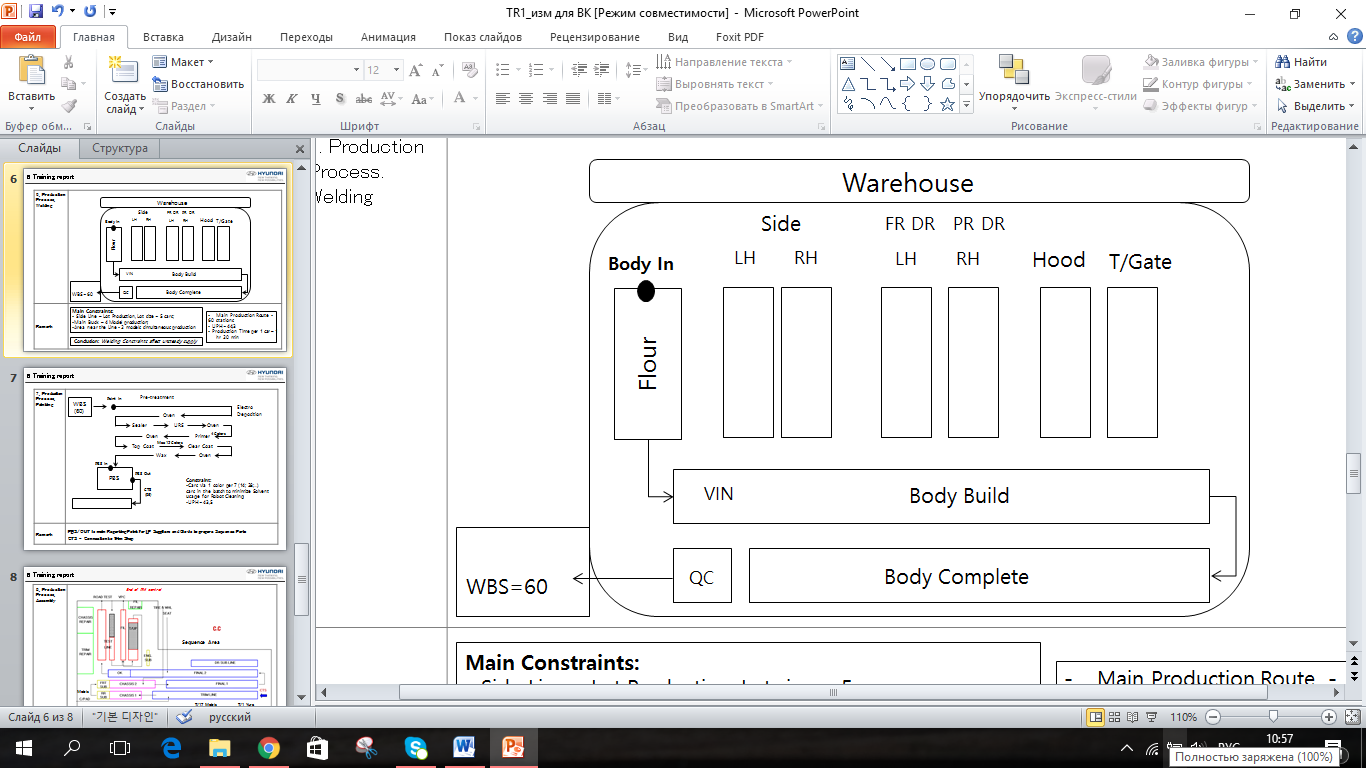
Особенность управления производством на предприятии «ХММР» в том, что зона ответственности Отдела производственного управления начинается в точке Body In и заканчивается в точке Sign Off. Хотя функционально цех штамповки (Stamping) находится в организационной иерархии на той же ступени, что и цеха сварки, окраски и сборки, он отличается особенностями организации производственного процесса, процесса закупок и политики управления запасами, а также собственным складом для хранения материалов – рулонов стали, незавершенного производства – стальных пластин и готовой продукции – кузовных панелей. Цех штамповки является своего рода поставщиком комплектующих (кузовных панелей) для цеха сварки (Welding) и не подотчетен Отделу производственного управления в отличие от остальных цехов. Как показано на Рис. 2. в цеху располагается две производственные линии. На заготовительной линии из рулонов стали вырезаются стальные пластины (Blanking Line), которые поступают на штамповочную линию (Stamping Line), где приобретают вид кузовных панелей, после чего отправляются в цех сварки.



1. Схема цеха штамповки

[Источник: составлено автором по материалам компании «ХММР»]

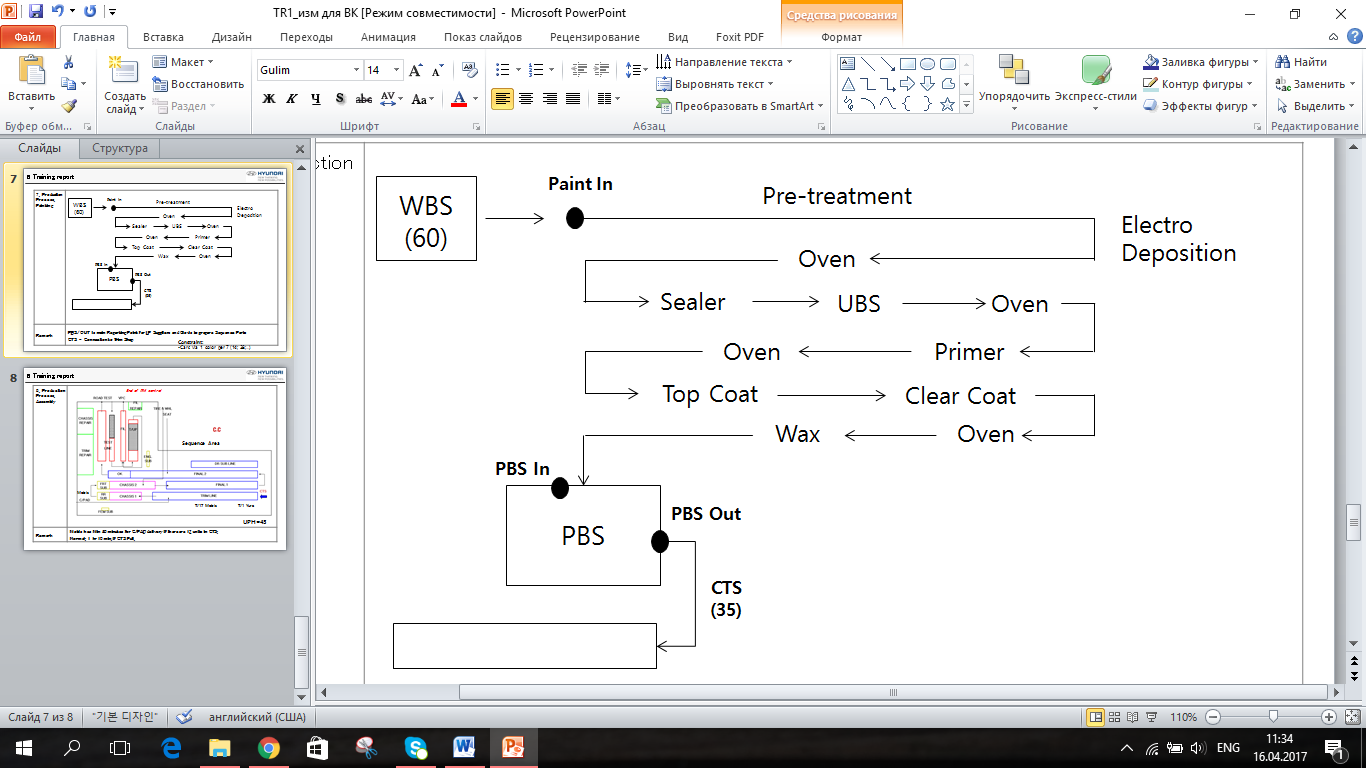
Процесс отслеживая автомобиля начинается в точке Body In; когда кузовные панели поступают в цех сварки (Welding), кузову присваивается номер (Sequence) для соблюдения последовательности на всех этапах производства. Из Рис. 3 видно, что цех сварки состоит из шести линий, где свариваются отдельные части кузова, которые называют «moving», т.к. этими частями являются подвижные элементы: передние и задние двери, а также дверь багажника и капота, и из двух основных линий. На линии Body Build, где сваривается основная часть кузова, автомобилю присваивается VIN-номер. На линии Body Complete к кузову навешиваются подвижные элементы, которые изготовлялись отдельно – «moving». Стоит отметить, что производство в цехе сварки является автоматизированным: здесь установлено более 180 роботов, которые сваривают кузова без участия человека. После того, как кузов был полностью сварен, его шлифуют и проводят проверку качества. Готовые к дальнейшему производству кузова отправляются в буфер WBS – Welding Body Storage вместимостью 60 кузовов.



1. Схема цеха сварки

[Источник: составлено автором по материалам компании «ХММР»]

Из зоны хранения готовые к окраске кузова поступают в цех окраски (Paint). На окраску кузова поступают по своим номерам в заданной последовательности. Запуск кузовов в цех начинается в точке начала процесса окраски Paint In, как показано на Рис.4. Процесс окраски кузова не только обеспечивает его цвет, но и защищает будущий автомобиль от влияния внешней среды: обеспечивается антикоррозийная защита и гидро- и шумоизоляция. Перед непосредственной окраской кузов проходит станции предварительной обработки (промывание, очищение и обезжиривание), а также обработку катафорезом для защиты от коррозии. Далее производится поэтапное нанесение краски, при этом каждый слой фиксируется в печи. На кузов наносят герметик для обеспечения влагоизоляции и предотвращения протечек, затем грунтовый слой краски, базовое цветное покрытие и закрепление лакокрасочным покрытием. После полного высыхания кузова проводится тщательная инспекция качества окрашенных кузовов. Кузова, не прошедшие проверку по каким-либо параметрам отправляются в зону хранения кузовов для ожидания исправления ошибок или повторного окрашивания – Paint Reject (PRJ). Прошедшие контроль качества кузова отправляются в зону хранения окрашенных кузовов, готовых к сборке – Paint Body Storage (PBS) вместимостью 78 кузовов.

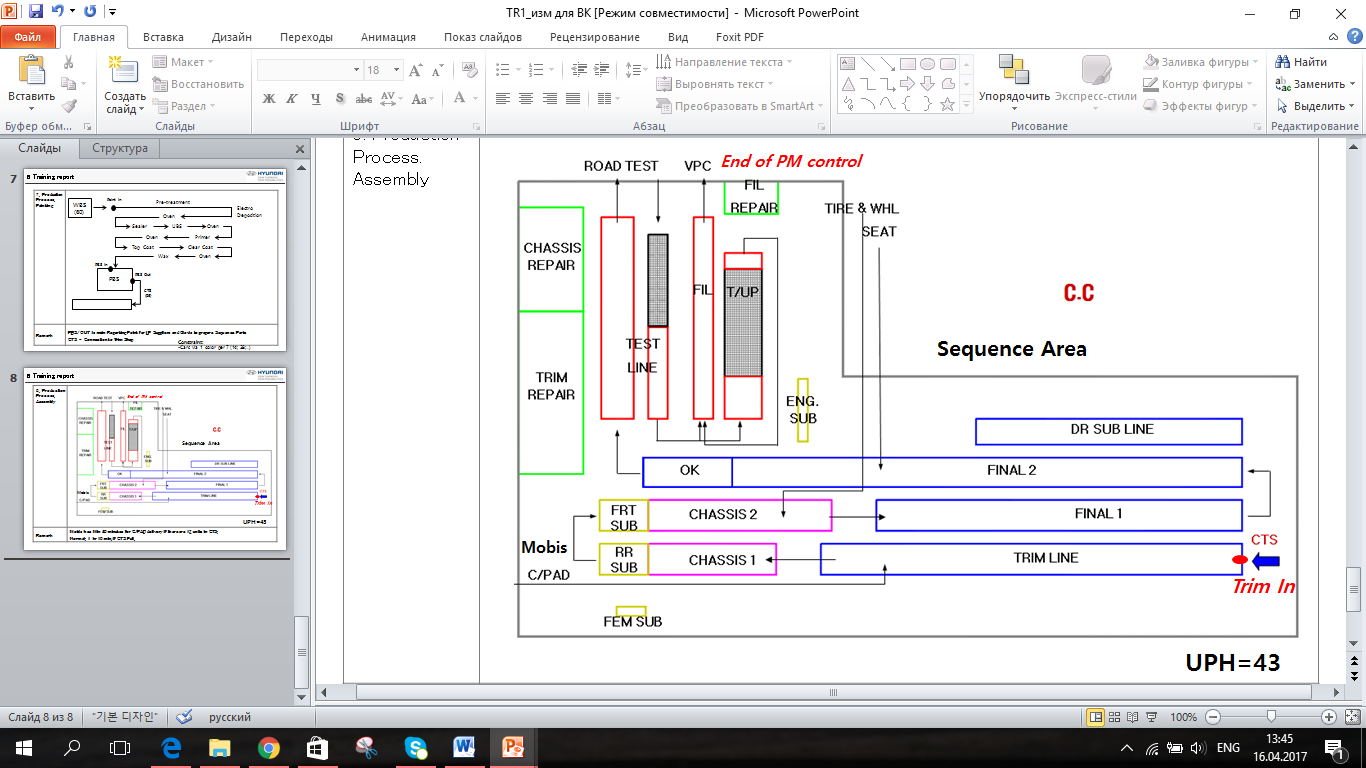


1. Процесс окраски кузова в цехе окраски

[Источник: составлено автором по материалам компании «ХММР»]

Точка PBS Out является очень важным элементом всего производственного процесса и организации поставок компонентов на линии на следующем шаге производства – в цехе сборки. Именно в этой точке операторы присваивают кузовам новый номер и формируют окончательную последовательность, основываясь на которой формируется последовательность компонентов, которые должны быть доставлены на линию к моменту прихода туда нужного кузова. После прохождения точки PBS Out кузов отправляется в CTS (Connection to Trim Shop) – так называемый коридор, который связывает зону хранения окрашенных кузовов (PBS) с цехом сборки. Необходимость прохождения кузовом данного коридора, а не прямое сообщение буфера PBS и цеха сборки, оправдано требованиями организации производства по концепции JIS. Для организации эффективной работы с поставщиками необходимо установить какой-либо фиксированный временной интервал перед началом сборки, когда последовательность кузовов сформирована окончательно и остается неизменной до завершения сборки кузова.[[14]](#footnote-14) На практике не представляется возможным установить фиксированный временной интервал, о котором говорит Себастиан Майснер в своей статье «Controlling just-in-sequence ﬂow-production». Это связано с тем, что в «коридоре» CTS сложно поддерживать постоянное количество кузовов, т.к. поступления кузовов в накопитель PBS неравномерное, в том числе из-за непрохождения контроля качества в цехах сварки или окраски. Тем не менее, в CTS не допускают снижение количества кузовов до 12. В этом случае у поставщика, который должен доставить компоненты на первые станции на линии в цехе сборки, есть 40 минут для осуществления поставки, что является минимально допустимым временным интервалом. При других условиях, если CTS полный (вместимость 35 кузовов), у поставщика есть 1 час 10 минут для организации поставки последовательности компонентов.

В точке Trim In начинается процесс сборки кузова. Здесь в автомобиль устанавливается все необходимые компоненты, а также элементы внутренней отделки. В цехе сборки расположено четыре линии: три линии для оснащения и сборки основной части кузова и одна отдельная линия для сборки дверей. Все двери отсоединяются от кузова в начале линии Trim Line и отправляются на линию подсборки DR Sub Line, а на линии Final Line присоединяются к основному телу автомобиля. Процесс сборки основного кузова и дверей синхронизирован и не приводит к каким-либо временным задержкам. Схема цеха сборки представлена на Рис.5. Полностью собранный автомобиль отправляется в зону контроля, где его тестируют на специальном треке для тестирования. Кроме того, в цехе организована многоступенчатая система контроля качества. Все прошедшие тестирование автомобили отправляются в VPC (Vehicle Processing Center) для последующей отправки дилерам. В этой точке автомобиль считается полностью собранным и снимается с контроля отдела производственного управления.



1. Схема цеха сборки

[Источник: внутренние материалы компании «ХММР»]

Каждый цех обладает разной скоростью производства единицы в час (UPH – Unit per Hour). На основании информации, содержащейся в Таблице 2, можно сделать вывод о том, что узким местом процесса производства является цех сборки. Таким образом, средний объем производства автомобилей в одни рабочие сутки можно вычислить по следующе формуле: , где – это скорость производства цеха сборки (43 ед/ч), – время работы в сутки за вычетом перерывов (21,583 ч.). Средний дневной объем производства равен 928 кузовам.

1. Скорость производства цехов сварки, окраски и сборки

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Название цеха** | **Цех сварки** | **Цех окраски** | **Цех сборки** |
| **UPH, ед/ч** | 44,3 | 43,5 | 43 |

[Источник: составлено автором по материалам компании «ХММР»]

Основной концепцией управления производством на заводе «ХММР» является концепция Just-in-Sequence (JIS) – точно в последовательности. Однако не все компоненты для сборки автомобилей поставляются в определенной последовательности. Это связано с тем, что не все автокомпоненты отличаются специфическими характеристиками, следовательно, они должны быть установлены на каждый автомобиль, не зависимо от его модели и комплектации. Кроме того, на производственной площадке «ХММР» распространена практика формирования последовательности компонентов для поставки на линию сборки не поставщиком самостоятельно, а операторами склада. В данном случае поставщик отгружает комплектующие по принципу Just-in-time. Особенно это характерно для поставщиков импортных комплектующих, которые поставляются на завод преимущественно из Кореи и Китая в контейнерах. Однако многие локальные поставщики придерживаются такого же принципа поставок. Это связано с тем, что их склады или производственные площадки поставщиков находятся на значительном удалении от завода «ХММР» и времени на формирование последовательности и ее доставку до завода не хватает.

Таким образом, ввиду действующей концепции управления JIS, сложившихся взаимоотношений с поставщиками и специфики сборки автомобилей комплектующие на заводе разделяют на три категории:

* Компоненты JIS от поставщика: нужная последовательность формируется поставщиком на его площадке и поставляется точно во время к станции на линию (только для локальных поставщиков, находящихся в парке поставщиков);
* Компоненты JIS, формируемые на заводе логистическим оператором Glovis: поставщик комплектует детали в коробки или паллеты и поставляет на производственную площадку, где операторы формируют нужную последовательность (для поставщиков импортных комплектующих и локальных поставщиков);
* Компоненты JIT: поставщик комплектует детали в коробки или паллеты и поставляет на производственную площадку по принципу JIT (для поставщиков импортных комплектующих и локальных поставщиков).

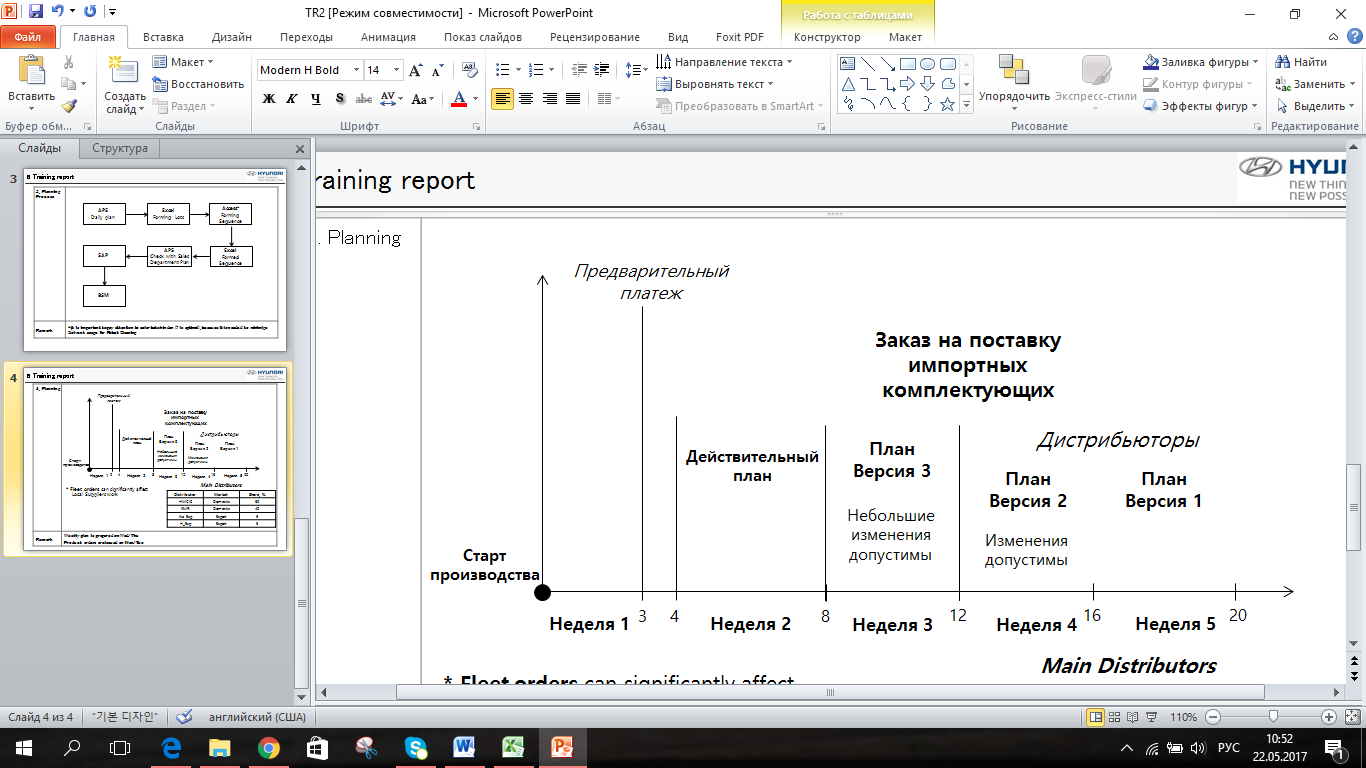
Для категорий компонентов JIS, формируемые на заводе, и компонентов JIT отведены зоны для хранения в цехах, место на складе и место вдоль линии, в то время как сформированная поставщиком последовательность деталей устанавливается сразу же вдоль линии.

Хотя как концепция JIT, так и JIS предполагает отсутствие страхового запаса и хранение того количества деталей, которое необходимо на конкретный, заданный промежуток времени, практика производства автомобилей на заводе «ХММР» показывает, что страховой запас деталей категорий JIS, формируемые на заводе, и JIT необходим для нивелирования риска остановки линии и простоя оборудования в случае каких-либо экстренных ситуаций и сбоев в работе поставщика и (или) изменения производственного плана.

## Особенности планирования в «ХММР»

Для составления плана производства на заводе «ХММР» используют как методы долгосрочного, так и методы краткосрочного планирования.

Под долгосрочным планированием понимают составление недельных планов по объемам производства конкретных моделей в конкретной комплектации. За 20 недель до начала производства по информации, полученной от дистрибьюторов, составляется первая версия производственного плана. На данном этапе в план могут быть внесены изменения (по инициативе любой из сторон: завода или дистрибьютора) по количеству и (или) дате выпуска той или иной модели. На основе внесенных изменений формируется вторая версия плана, которая должна быть согласована с дистрибуторами, т.к. за 12 недель до начала производства оформляются заявки на закупку и поставку импортных компонентов. После этого в план еще могут быть внесены некоторые изменения, но, как правило, незначительные и в основном по инициативе производителя, а не дистрибьюторов. Начиная с восьмой недели до начала производства изменения в план внести невозможно. Схема этапов недельного планирования приведена на Рис. 6.



1. Этапы недельного планирования

[Источник: составлено автором по материалам компании «ХММР»]

Краткосрочным планированием называют составление производственного плана на трехдневный период, отражающего количество моделей, которые должны быть произведены в этот период, а также формирование предварительной последовательности производства автомобилей, согласно которой кузова поступают в цех сварки и в цех окраски. В данном случае крайне важно учитывать ограничения, обусловленные требованиями самих цехов.

В первую очередь вследствие специфики настройки роботов в цехе сварки производство организовано партиями, т.е. при планировании необходимо обеспечить правильное наполнение лотов (существуют строго определенные комбинации для создания лота, определяемые моделью и количеством кузовов каждой модели), каждый из которых состоит из пяти кузовов. Кроме того, компания ориентирована на снижение издержек в производственном процессе, поэтому целесообразно следовать рекомендациям цеха окраски и планировать последовательность таким образом, чтобы подряд производились семь кузовов одного цвета. Это связано с тем, что при смене цвета трубки робота, который покрывает кузов базовым цветным покрытием, необходимо промывать специальным дорогостоящим растворителем. При окрашивании кузовов в один цвет, согласно технологическим стандартам трубки промываются после окрашивания каждого седьмого кузова. Таким образом, при грамотном планировании можно сократить объем растворителя. Однако создать последовательность, одновременно отвечающую требованиям цехов сборки и окраски, довольно сложно, а иногда даже не представляется возможным. В таком случае, первостепенное значение приобретает соблюдение ограничений цеха сборки для бесперебойного производства запланированного дневного объема кузовов, т.к. издержки, которые могут быть понесены из-за невыполнения плана или остановки линии ввиду отсутствия сваренного кузова значительно превышают расходы на использование растворителя для очистки трубок робота.

Окончательная и актуальная для поставщиков компонентов категории JIS и для операторов, отвечающих за доставку с мест хранения компонентов категории JIT, формируемые на заводе, последовательность выхода кузовов на линии сборки формируется в точке производства PBS OUT[[15]](#footnote-15). Изменение последовательности в данной точке является для производства стандартным процессом, который происходит под влиянием двух основных факторов. Во-первых, это забраковка кузова и отклонение его от дальнейшего производства и его размещение в PRJ Storage[[16]](#footnote-16) в случае непрохождения контроля качества. Во-вторых, на изменение последовательности сильное влияние оказывают ограничения цеха сборки, в соответствии с которыми кузова выпускают в CTS[[17]](#footnote-17) и в цех сборки соответственно. На данный момент выявлены следующие актуальные ограничения цеха сборки:

* Средний объем дневного производства составляет 928 кузовов;
* Ежедневный выпуск модели GSr не должен превышать ~24,5% всего дневного объема производства. Это вызвано сложностью сборки пятидверных кузовов. Таким образом, на линию сборки GSr может быть выпущен каждым четвертым.
* Ежедневный выпуск модели QB5 не должен превышать ~15% (из-за сложности сборки пятидверных кузовов); таким образом, на линию сборки QB5 может быть выпущен каждым четвертым.
* Необходимо выпускать кузова таким образом, чтобы устанавливаемые на них виды трансмиссии чередовались.

Несоблюдение описанных ограничений нередко приводило к забастовкам рабочих. Во избежание конфликтов с персоналом, а также для предотвращения остановки линии строго рекомендуется соблюдать предъявленные цехом сборки требования к организации производства, однако, в чрезвычайных ситуациях, которые очень часто возникают в периоды запуска новой модели, данными ограничениями приходится пренебрегать.

Почасовой план производства на день, который является основой для запуска процесса производства и для операторов PBS, формирующих окончательную последовательность, рассчитывается системой SAP без учета ограничений цеха сборки. Данный план также является основой для планирования поставок комплектующих поставщиками. Из-за корректировки последовательности кузовов в точке PBS OUT с учетом вышеописанных ограничений цеха сборки почасовой план производства теряет актуальность, и фактическое количество произведенных кузовов в двухчасовой период может отличаться от планового. Следствием отклонений фактически собранных кузовов от запланированного количества является изменение объема использованных для производства деталей. В этой связи на производственной площадке необходимо иметь определенный страховой запас компонентов категории JIS, формируемый на заводе, и JIT, чтобы предотвратить дефицит необходимых компонентов вследствие отклонений от плана производства.

## Выводы по главе 1

История развития компании «Хендэ Мотор Мануфактуринг Рус» и анализ ее нынешнего состояния наглядно демонстрирует, что на сегодняшний день предприятие является вторым по величине автомобилестроительным заводом с полным производственным циклом в России. С момента своего основания оно выступает в качестве одного из локомотивов автомобильного кластера г. Санкт-Петербурга в частности и всей автомобилестроительной промышленности РФ в целом. На заводе установлено высокотехнологичное оборудование, включающее в себя более 230 роботов. Благодаря этому есть возможность производить 928 автомобилей ежедневно. Компания «ХММР» ориентирована на производство автомобилей Hyundai Solaris, Hyundai Creta и Kia Rio как для внутреннего рынка, так и для экспорта в страны ближнего и дальнего зарубежья.

В качестве руководящего подхода в управлении производства на заводе выступает концепция Just-in-Sequence – точно в последовательности. Суть концепции JIS состоит не только в том, что материалы и комплектующие поступают на линию производства в необходимом количестве в соответствующее время, но и в том, что поставляются они в той последовательности производства конечного продукта, который задает компания-производитель. Вместе с тем анализ производственных процессов позволил установить, что ряд компонентов поставляется по принципу Just-in-time, из которых на заводе формируется последовательность, в которой они поставляются на линию.

Важной особенностью организации производства является то, что окончательная последовательность сборки автомобиля, на основании которой к линиям поставляют комплектующие, формируется в точке PBS OUT. Хотя основой для формирования окончательной последовательности служит почасовой план производства, актуальная последовательность, следовательно, и количество отправленных на сборку кузовов в единицу времени отличается от запланированного. Причиной тому является тот факт, что в системе SAP при создании почасового плана не учитываются ограничения цеха сборки. Таким образом, отсутствие точного почасового производственного плана обуславливает расхождение реального спроса на компоненты и планируемого, что ведет к необходимости создания страхового запаса.

# Глава 2. Выбор метода улучшения системы управления запасами

## 2.1 Управление запасами в организациях

В управлении цепочкой поставок в последнее время компании различных отраслей предпринимают попытки к сокращению уровня запасов и, соответственно, к минимизации затрат, сопряженных с их размещением, хранением и погрузо-разгрузочными работами. Однако сейчас достижение такой цели осложняется тем, что спрос на продукты различных отраслей является неоднородным, предпочтения потребителей становятся все более дифференцированными, а жизненный цикл товара – коротким. В большинстве случаев именно из-за нестабильного спроса, который может быть вызван как факторами внешней среды (например, изменение экономической ситуации или влияние политических факторов, которые в свою очередь влияют на изменение предпочтений потребителей и объем спроса), так и тем, что в настоящее время спрос в целом непредсказуем. Таким образом, полностью удовлетворять спрос, максимально сокращая при этом объем запасов, практически невозможно. Многие зарубежные исследователи (К.О. Ким, Дж. Джюн, Й.К. Баик, Р.Л. Смит, Ю.Д. Ким[[18]](#footnote-18), П. Понтрандольфо[[19]](#footnote-19), С. Чжао, Ю. Цзи[[20]](#footnote-20)), говоря об этом, склонны предполагать, что в большинстве случаев компании вынуждены выбирать между двумя альтернативами: хранение большого, чаще чрезмерного, количества запасов, либо упущенные возможности продажи товаров и неудовлетворенный спрос. В данном случае речь идет как о запасах готовой продукции, так и о материальных запасах, необходимых для производства. О важности управления запасами для поддержания технологического процесса упоминают и российские авторы. С.Ю. Данилова, Е.В. Пуденков в статье «Оптимизация уровня запасов производства с целью повышения конкурентоспособности предприятия с непрерывным циклом производства»[[21]](#footnote-21) отмечают, что управление материальными запасами должно быть организовано таким образом, чтобы производство могло работать непрерывно с минимальным риском остановки линий из-за отсутствия необходимых материалов и комплектующих, а также с минимальными затратами, сопряженными со снабжением.

Целью управления запасами в организациях является разработка верной, отвечающей потребностям компании стратегии, внедрение и управление на ее основе системами, процедурами и процессами снабжения, размещения и хранения материальных запасов и запасов готовой продукции.[[22]](#footnote-22) Кроме того, в статье *Inventory Management Models and Their Effects on Uncertain Demand* Н. Немтаджела[[23]](#footnote-23) упоминает, что грамотное управление запасами помогает компании разрешить сомнения о ее рентабельности: стоит работать «быстро» и с большими издержками, или «медленно», но с низкими издержками. Запасы, представляя собой материалы и комплектующие, незавершенное производство, а также единицы готовой продукции, воспринимаются как существенные активы и потенциальная база расходов, которая требует тщательного управления. Как правило, организация накапливает запасы для предотвращения рисков, связанных с нестабильностью окружающей среды. Как отмечает автор статьи, для многих компании в настоящее время характерны избыточные запасы, которые образуются под влиянием неподходящей системы снабжения, низких способностей и недостаточного опыта управления у сотрудников и их страха делегирования полномочий, а следовательно, под влиянием неэффективным управлением запасами в организации, что приводит к большим потерям для компании: хранящиеся материалы теряют качество за давностью хранения, а готовая продукция становится негодной для реализации. Согласно Р.С. Ангель, С.Н. Гомати и Г. Читра[[24]](#footnote-24) эффективное управление запасами предполагает: (1) бесперебойную поставку материалов и комплектующих для организации стабильного производственного процесса; (2) хранение достаточного количества единиц готовой продукции для обеспечения сбыта и поддержания уровня обслуживания покупателей; (3) сокращение затрат на хранение и длительности периодов пополнения запаса; (4) управление активами организации; (5) обеспечение высокой оборачиваемости запасов.

Многими компаниями автомобилестроительной индустрии для снабжения применяется концепция Just-in time, которая в идеальной ситуации предполагает отсутствие материальных запасов; однако это не всегда возможно. Концепции бережливого производства применяют сегодня также многие другие компании производственного сектора и сектора сферы обслуживания, поэтому бережливое управление цепочкой поставок является очень привлекательным предметом исследования для многих практиков и исследователей. Р. С. Кумар в статье *Comprehensive Study on Wastages of Supply Chain Information Sharing in Automotive Industries*[[25]](#footnote-25) определяет цепочку поставок как структуру, объединяющую различные элементы (компании), оборудование, инфраструктуру, операции и т.д., которые совместными усилиями предпринимают попытки к достижению полного удовлетворения покупателя. Автор утверждает, что высокая степень координации позволит достигать поставленных целей. Под ключевым фактором координации автор понимает полноценный обмен информацией между участниками цепи поставок, что является основой для применения производственной концепции JIT и позволяет повысить результативность работы всей цепи, сокращая объем запасов и стабилизируя производственные процессы.

Х. Йилдыз, С. Дюхадвей, Р. Нарасим[[26]](#footnote-26) придерживаются мнения, что одним из ключевых аспектов эффективной коммуникации в цепочке поставок является поток своевременной, точной и релевантной информации по направлению «вверх» от потребителя к поставщикам. Для того, чтобы данная информация была действительно ценной и необходимой, она должна быть предоставлена настолько заранее, чтобы поставщики успели скорректировать свой объем производства и закупок в соответствии с конечным спросом. В том случае, если поставщики не получают информацию своевременно, во всей цепочке поставок возникают такие негативные эффекты, как, высокий уровень или дефицит запасов, эффект хлыста, высокие издержки на срочную доставку, перевыполнение или невыполнение производственного плана.

Применение производственной концепции JIT показывает, что попытки сокращения запасов и издержек на их хранение посредством координации действий участников цепи поставок дают компаниям существенные преимущества. Однако работа с нулевым запасом невозможна в условиях неустойчивой внешней среды. Несмотря на то, что между поставщиком и покупателем установлены прочные долгосрочные отношения и количество поставок и их объем совместно определены таким образом, что их общие издержки ниже индивидуальных, существуют независящие от участников обстоятельства, которые негативно влияют на стабильность производства и организации материальных и информационных потоков.[[27]](#footnote-27)

## 2.2 Модели управления запасами

Жизнеспособность организации в конкурентной среде обеспечивается в том числе системой управления запасами. В любой производственной компании должен существовать по крайней мере один тип контролируемых ей запасов: материалы и комплектующие, необходимые для производства, запасы единиц незавершенного производства, которые планируется использовать в дальнейшей деятельности предприятия, и готовая продукция для осуществления сбыта. Хорошее управление запасами является крайне важной задачей, благодаря которой целая организация может существовать, развиваться и становиться конкурентоспособной. Управление запасами подразумевает контроль любых элементов, накопленных организаций и обеспечивающих ей выработку, будь то физические объекты или услуги. Отсутствие должным образом организованного контроля запасов может негативно сказаться на финансовом положении компании, а именно на капитале, «замороженном» в ресурсах. По мнению И. Ахмеда и И. Султаны[[28]](#footnote-28), запасы организации составляют значительную часть капитала, выполняя следующие функции: организация равномерного производства, координация операций, улучшение уровня обслуживания потребителей; обеспечение экономии на масштабе и достижение минимальных издержек на хранение. Для контроля материальных потоков, обеспечивающего организации успешную деятельность, используют различные модели, которые дают ответ на ключевые вопросы управления запасами: когда и в каком объеме заказывать, сколько необходимо хранить.

Н. Немтаджела и К. Мбохва в статье *Inventory Management Models and Their Effects on Uncertain Demand*[[29]](#footnote-29) предлагают следующую классификацию моделей управления запасами: (1) экономичный размер заказа (Economic Order Quantity – EOQ), управление затратами по видам деятельности (Activity-Based Costing – ABC) и «точно вовремя» (Just-in-time – JIT).

Модель экономичного размера заказа – наиболее простая и вместе с тем широко применяемая на практике различными компаниями – строится на предположениях, что спрос известен и постоянен, отсутствуют невыполненные заказы (получение поставок в полном объеме), время исполнения заказа не влияет на его объем нет установленных ограничений на размер заказа, цена заказа постоянна. Данная модель отвечает на один из ключевых вопросов – «сколько заказывать». Однако при изменчивом спросе сложно получить точные данные.

АВС-анализ представляет собой модель управления запасами на основе деления всех запасов компании на отдельные категории А, В и С, таким образом, что входящие в категорию А изделия или материалы представляют наибольшую ценность для компании, а С – наименьшую. Как правило, ценность определяется прибыльностью, которую входящие в категории единицы запаса обеспечивают компании.

Многие компании несут потери из-за избытка или дефицита запасов. Модель управление запасами JIT направлена на максимальное сокращение запасов и, соответственно, затрат на их хранение, что достигается благодаря получению и производству того объема материалов, которые в данный момент необходимы для функционирования организации. Авторы статьи выделяют следующие преимущества модели: (1) ликвидация запасов, которая позволяет обеспечить организации больший контроль над объемами заказов и их соответствии потребностям производства, а также достичь высокой гибкости и ликвидности; (2) значительное сокращение издержек на хранение запасов.

Несмотря на значительные выгоды ведения производственной деятельности без запасов или с минимальным их количеством, многие исследователи[[30]](#footnote-30) находят большое количество оснований для хранения запасов. Очевидно, что избыточные запасы могут нанести организации вред, приводя к образованию непригодного для дальнейшего производства или реализации единиц хранения, а также к невозможности совершения других инвестиций из-за капитала, «замороженного» в запасах. Однако анализ запасов и причин необходимости их содержания позволяет определить какие материалы, ресурсы или готовые изделия, в каком объеме необходимо запасать для организации успешной деятельности предприятия. В зарубежной литературе выделяются следующие аргументы в пользу накопления запасов:

* Позволяют организовать процессы производства кастомизированных изделий или изделий по индивидуальному заказу клиента;
* Защищают от неопределенности и непостоянства объема спроса и поставок, времени исполнения заказа поставщиком;
* Защищают от невыполнения или нарушения своих обязательств поставщиком;
* Защищают от получения большого количества брака в поставке;
* Минимизируют риски природного характера (катастрофы, стихийные бедствия);
* Позволяют сократить издержки на системный контроль;
* Обеспечивают покрытие времени, необходимого для производственных процессов.

С. Нахмиас в работе *Production and Operations Analysis*[[31]](#footnote-31) утверждает, что любая модель управления запасами должна решать две ключевые задачи: когда и в каком объеме необходимо совершать заказ, и быть направлена на минимизацию общих издержек. Конечное определение общих издержек зависит от выбора модели управления запасами, который строится на предположениях, основанных на анализе среды ведения бизнеса и характеризующих ее. Несмотря на то, что существует множество допущений, которые свойственны той или иной модели, основным предположением для выбора модели является характеристика спроса: постоянный или переменный, случайный или определенный, непрерывный или дискретный. Другие предположения строятся на информации о времени поставки, горизонте планирования, зависимости товарных позиций, интервале времени между проверками состояния запаса, количестве мест размещения запаса, мощностях и ресурсах, скидках, дополнительном спросе и браке. На основе предположений о спросе и горизонте планирования автор выделяет укрупненные группы моделей управления запасами: (1) экономичный размер заказа (Economic Order Quantity – EOQ), (2) однопериодная модель управления запасами (Single Period Inventory Models – Newsvendor model), (3) вероятностные модели управления запасами: с непрерывной периодичностью проверки уровня запаса (Continuous Review Policy – s,Q) и с периодической проверкой уровня запаса (Periodic Review Policy – R,S). Краткая характеристика моделей по спросу и горизонту планирования приведена в Таблице 3.

1. Краткая характеристика моделей управления запасами

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Название модели** | **Характеристика спроса** | **Характеристика горизонта планирования** | **Правило пополнения запаса** |
| Экономичный размер заказа (EOQ) | Определенный | Бесконечный | Заказ Q\*[[32]](#footnote-32) каждый определенный период T\* |
| Однопериодная модель управления запасами (Newsvendor model) | Случайный | Конечный, (период) | Заказ Q\* в начале каждого периода |
| Модель с непрерывной периодичностью проверки уровня запаса (s,Q) | Случайный | Бесконечный | Заказ Q\*, если или когда запас достигает порогового уровня |
| Модель с периодической проверкой уровня запаса (R,S) | Случайный | Бесконечный | Заказ необходимого количества с заранее определенной ериодичностью |

[Источник: С. Нахмиас, 2008]

Для настоящей работы интересны вероятностные модели управления запасами, характеризующиеся случайным спросом и бесконечным горизонтом планирования. Внутри данной группы на основе предположений об интервале времени между проверками состояния запаса (постоянный и периодический) модели управления запасами делят на две подгруппы: модель с непрерывной периодичностью проверки уровня запаса (s,Q) и модель с периодической проверкой уровня запаса (R,S).

Основные базовые предпосылки использования моделей группы (s,Q) представлены в Таблице 4.

1. Базовые предпосылки использования моделей группы (s,Q)

|  |  |
| --- | --- |
| **Предположение** | **Характеристика** |
| Спрос | Переменный, случайный, непрерывный |
| Временя поставки | Постоянное, определенное |
| Горизонт планирования | Бесконечный |
| Зависимость товарных позиций | Независимы |
| Интервал времени между проверками состояния запаса | Постоянный |
| Количество мест размещения запаса | Одно |
| Мощности и ресурсы | Неограниченные |
| Скидки | Нет |
| Дополнительный спрос | Потеря заказа |
| Порча товара | Нет |

[Источник: С. Нахмиас, 2008]

Данная группа характеризуется двумя моделями управления запасами: классическая (Order-Point, Order-Quantity, двухуровневая система управления запасами “Two bin system”) и модифицированная (Order-Up-To-Level, система управления запасами “Min-Max System”). Классическая модель управления запасами (s,Q) с фиксированным размером заказа предполагает размещение оптимального по объему заказа на поставку товаров или материалов при достижении порогового уровня. В этом случае оптимальный объем заказа определяется по формуле EOQ, а точкой перезаказа является сумма ожидаемого в период выполнения заказа спроса и стандартного отклонения спроса за период поставки, скорректированного на страховой фактор. Основной предпосылкой использования классической модели является случай, когда издержки дефицита материалов или товаров компания оценивает выше, чем издержки на хранение запаса. В то же время модифицированная модель, напротив, применяется в том случае, когда чрезмерное количество запасов для хранения сопряжено с большими издержками, и для компании более выгодным по затратам является наступление дефицита. В этом случае заказ размещается в таком объеме, который позволяет достичь максимально желаемого уровня, когда текущий уровень запаса достигает порогового уровня. Основным отличием модифицированной модели от классической является то, что объем заказа рассчитывается исходя из максимально желаемого уровня запаса, который устанавливается компанией на основании периода времени между двумя следующими друг за другом заказами, среднего уровня спроса и его отклонения в данный период.

Группа моделей с периодической проверкой уровня запаса (R,S) имеет такие же базовые предпосылки для использования, как и модели группы (s,Q) (Табл. 4), но с одним отличием: интервал времени между проверками состояния запаса в данном случае периодическим. Под классическая моделью (политика “Order-Up-To-Level”, R,S политика) в данной группе понимают размещение заказа в объеме, соответствующем разнице между максимально возможным и текущим уровнем запаса, с заранее определенной периодичностью. В этой модели объем заказа определяется как разница между максимально возможным и текущим уровнем запаса, а точкой перезаказа является сумма среднего спроса в течение цикла пополнения заказа и стандартного отклонения спроса за данный период, скорректированного на страховой фактор. Основной предпосылкой использования классической модели является случай, когда издержки дефицита материалов или товаров компания оценивает выше, чем издержки на хранение запаса. Модифицированная модель (гибридная система (R, s, S) политика), которая используется в условиях изменяющейся потребности и в том случае, когда компании оценивают издержки дефицита выше, чем издержки на хранение запасов, отличается от классической тем, что заказ на поставку может быть размещен как в соответствии с заранее установленной периодичностью поставок, так и в случае достижения порогового (критичного) уровня запаса. Возможность размещения внеплановых заказов, которые предусмотрены данной моделью, минимизирует риск наступления дефицита.

Общей чертой всех моделей, составляющих группу вероятностных моделей управления запасами, является учет возможного изменения спроса, который определяется на основе среднего объема спроса во время выполнения заказа, стандартного отклонения спроса в данный период и страхового фактора. Каждая модель данной группы предусматривает хранение определенного объема страхового запаса, равного произведению стандартного отклонения спроса во время выполнения заказа и страхового фактора, т.к. при расчёте точки пополнения запаса используется данная величина.

## 2.3 Способы определения уровня логистического сервиса в моделях управления запасами

Уровень обслуживания клиентов в настоящее время очень важен для многих компаний во многих аспектах управления. О его стратегической роли и значимости рассуждают как отечественные, так и зарубежные исследователи[[33]](#footnote-33). Логистический сервис влияет не только на то количество постоянных клиентов, которое компания может удерживать, и потенциальных клиентов, которых она может привлечь, но также оказывает воздействие на общую результативность бизнеса. Помимо выручки от продаж, которая зависит от предоставляемого компанией конечным потребителям сервиса обслуживания, общие логистические издержки также оказываются под воздействием логистического сервиса, что в совокупности в значительной степени определяет рентабельность компании. Таким образом, логистический сервис позволяет компаниям достичь конкурентоспособности и удерживать позиции на рынке.

Логистический сервис используется в различных аспектах управления компанией и может быть рассмотрен с различных точек зрения. Так, например, Сергиев в работе «Управление цепями поставок» [[34]](#footnote-34) предлагает рассматривать логистический сервис с точки зрения конечных покупателей и относительно соответствия их ожиданиям. В то время как Лукинский В.С. в статье «Методы определения уровня обслуживания в логистических системах»[[35]](#footnote-35) и Дж. Шрайбфедер в работе «Эффективное управление запасами»[[36]](#footnote-36) понимают логистический сервис как степень соответствия поставщика установленным требованиям и исполнения им своих обязанностей перед покупателем. Кроме того, понятие уровень логистического сервиса широко применяется в управлении запасами. Дж. Макстад в работе *Models and Solutions in Inventory Management*[[37]](#footnote-37) предлагает использование данного понятия для определения страхового фактора, который может быть применим в любой из моделей управления запасами для определения уровня страхового запаса, точки размещения заказа и объема заказа. Автор определяет уровень сервиса (Service Level – SL) как вероятность наступления ситуации, при которой товар или материалы могут быть выданы из запаса беспрепятственно, и выделяет три основных метода определения данной величины.

Экспертный метод подразумевает определение лицом, принимающим решение, величины уровня сервиса либо на основе предыдущего опыта, либо таким образом, чтобы достигать определенных показателей, установленных в компании, и поддерживать стратегию.

Одним из основных факторов, влияющих на применение статистических методов, как правило, является неопределенность. Наиболее распространенными методами считаются уровень сервиса на период поставки (Cycle Service Level, CSL) и процент выполнения заказа по отдельной позиции (Item Fill Rate, IFR). Уровень сервиса на период поставки гарантирует отсутствие дефицита любого товара в период функционального цикла. Величина уровня сервиса в данном случае определяется следующим образом:

где P[Stockout] – вероятность отсутствия дефицита, которая может быть определена как экспертным путем, так и на основе нормального распределения и установленного целевого уровня сервиса. Процент выполнения заказа по отдельной позиции предполагает, что покрытие текущего спроса должно быть обеспечено из текущих запасов. Страховой фактор в данном случае вычисляется на основе функции потерь нормального распределения (G[k]) и установленной экспертным методом величины IFR – процент выполнения заказа по следующей формуле:

где произведение представляет собой ожидаемое количество единиц, которые будут отсутствовать в запасе, – стандартное отклонение спроса за период поставки, Q – объем заказа, – функция потерь, значение которой определяется по таблице функции потерь для нормального распределения.

Автор выделяет также несколько затратных методов оценки издержек от дефицита товаров и издержек на содержание запаса для вычисления уровня сервиса. Критический уровень (Critical Ratio, CR) вычисляется как соотношение издержек на хранение запаса и издержек вследствие дефицита:

– издержки от дефицита товара,

– издержки на хранение запасов.

Метод учета издержек ввиду отсутствия необходимого запаса (Out-Of-Stock Event) позволяет определить уровень сервиса на основе штрафа за дефицит. Данный подход учитывает негативные эффекты, вызванные дефицитом. Страховой фактор определяется следующим образом:

, где

– издержки в случае дефицита,

D – объем спроса за период,

Q – объем заказа,

– затраты на хранение.

## 2.4 Методы расчета страхового запаса

Страховой запас в управлении цепочкой поставок, а также в управлении запасами и производством в конкретной организации является очень важной составляющей. Как российские, так и зарубежные авторы статей и исследований по данной тематике склонны утверждать, что страховой запас необходимо создавать для нивелирования различного рода рисков в условиях изменяющегося спроса, возможностей сбоев в производственных циклах или сложных отношений с поставщиками.

Так, Я. Корпонаи в статье *The effect of the demand-changes on the inventories*[[38]](#footnote-38) утверждает, что существует несколько определенных факторов, которые влияют на уровень запаса, необходимого для обеспечения бесперебойного функционирования организации. На практике очень редко встречаются ситуации, когда спрос на продукт заранее точно известен, благодаря чему можно рассчитать точный объем необходимого конечного запаса, число заказов для размещения и их объемов. Или же благодаря этой информации о точно определенном объеме спроса и необходимых запасов выстраивать отношения с поставщиками и быть уверенным, что пополнение запаса произойдет в четко спланированный момент без задержек. На самом деле изменчивость внешней среды ведения бизнеса определяет следующие факторы, которые в разной степени следует учитывать при определении способов управления запасами в организации: непредвиденные колебания спроса, финансовая устойчивость, невыполнение поставщиками своих обязательств, чрезвычайные ситуации, природные катаклизмы и др. Целью управления логистикой, по мнению автора, должно являться обеспечение такого уровня запаса, который необходим для поддержания производственной деятельности организации с минимально допустимыми дополнительными издержками, которые могут быть понесены в случае дефицита запаса.

А.Г. Мадера в статье «Как рассчитать страховой запас»[[39]](#footnote-39) отмечает, что до сих пор не существует единой, универсальной методики для определения величины страхового запаса. Это объясняется тем, что в каждом отдельном случае необходимо учитывать конкретные риски, для чего существуют разные подходы. Наиболее распространенными подходами к расчёту страхового запаса являются вероятностный подход и подход, основанный на заданном уровне сервиса, которые учитывают одновременно неопределенность спроса и периода выполнения заказа. Рассчитанный по данным методикам страховой запас снижает возможность возникновения дефицита необходимых материалов, комплектующих или товаров, который может быть вызван непостоянным спросом, резким изменением объема производства или продаж в период между моментами пополнения запаса или непостоянным временем ожидания получения заказа. Модели расчёта страхового запаса, учитывающие, по крайней мере, эти два основных фактора могут, по мнению автора, могут являться инструментами, дающими адекватную оценку объема буферного запаса.

Оба подхода, которые также описываются и рассматриваются и другими российскими[[40]](#footnote-40) и зарубежными авторами[[41]](#footnote-41), основываются на модели потребления и пополнения запасов, спрос на изделия и период выполнения заказа являются не зависящими друг от друга случайными величинами, подчиняющимися нормальному распределению и имеющими математическое ожидание и стандартное отклонение. Таким образом, общее среднее квадратическое отклонение для комбинации распределения спроса и времени выполнения заказа может быть представлено в следующем виде:

; где

– среднее время выполнения заказа (функционального цикла),

– среднеквадратическое отклонение объема спроса в единицу времени;

– среднеквадратическое отклонение времени выполнения заказа (функционального цикла);

– средняя интенсивность спроса в единицу времени за период исполнения заказа.

Требуемая величина страхового запаса определяется по формуле:

; где

k – страховой фактор, который определяется в соответствии с двумя разными подходами.

Вероятностный подход предполагает, что должно быть установлено определенное значение вероятности, с которой материалы, комплектующие или товары могут быть выданы бесперебойно. Страховой фактор k в данном случае определяется согласно заданной вероятности по таблице Лапласа.

Подход, основанный на заданном уровне обслуживания, помогает определить величину страхового запаса на основе расчетного количества дефицитных изделий, допустимого при заданном уровне сервиса. Можно сказать, что данный подход основан скорее на расчете допустимой величины дефицита, чем вероятности его возникновения. Для математического определения вводится функция потерь f(k) и тогда уравнение для определения числа средних квадратических отклонений для комбинации распределения спроса и времени выполнения или страхового фактора k можно представить в следующем виде:

).

Коэффициент k определяется по таблице значений функции потерь для стандартизированного нормального распределения.

Автор утверждает, что получаемые по двум подходом результаты зачастую отличаются между собой таким образом, что объем страхового запаса, определенный на основе вероятностного подхода, будет больше, чем объем, полученный при применении подхода, основанного на заданном уровне обслуживания. Это объясняется тем, что величина дефицита, которая служит основой для определения значения страхового фактора в подходе, основанном на заданном уровне обслуживания, является случайной величиной, которая характеризуется не только математическим ожиданием, но и дисперсией. Следовательно, использование для расчета страхового фактора только одной характеристики случайной величины (математического ожидания) приводит к занижению конечного значения объема страхового запаса. А.Г. Мадера утверждает, что необходимо учитывать также дисперсию, это позволит уточнить объем страхового запаса. Однако в зарубежной литературе для расчета объема страхового запаса предлагается использовать подход, основанный на заданном уровне обслуживания.

Кроме того, использование вероятностного подхода не нашло широкого применения и на практике. Т. А. Ильина в статье «Определение оптимального уровня запасов материально-технических ресурсов на промышленном предприятии»[[42]](#footnote-42) говорит о том, что для практического применения вероятностного подхода предприятия должно обладать значительными складскими мощностями. Помимо этого, автор предполагает, что данный подход целесообразно использовать при работе с редкими и специфическими материалами и комплектующим, срок изготовления и доставки которых довольно большой, а также при неналаженных и неустойчивых отношениях с поставщиками, когда график поставок не определен, и время выполнения заказа может значительно различаться. Несомненно, вероятностный подход имеет свои преимущества, особенно в силу возможности варьирования значения вероятности невозникновения дефицита, и может быть применим в описанных условиях на предприятиях различных отраслей. По мнению автора, практическое использование вероятностного подхода на предприятиях может быть целесообразным, как правило, в том случае, когда процесс снабжения неустойчив и поставки осуществляются с перебоями. В противном случае управление запасами по вероятностному подходу может стать причиной накопления избыточного запаса и негативно сказаться на всей организации.

## 2.5 Выводы по главе 2

В настоящее время на компании различных отраслей оказывают все большее влияние такие факторы, как неоднородность и непредсказуемость потребительского спроса, более дифференцированные предпочтения потребителей и т.д. Следовательно, компаниям становится сложнее в полной мере удовлетворять спрос без накопления запасов. Вместе с тем большинство организаций ориентировано на сокращение логистических издержек. Для достижения цели одновременного сокращения издержек и полного удовлетворения спроса могут быть использованы различные модели управления запасами, которые учитывают ряд характеристик той среды, в которой существует компания. Nahmias S. в работе *Production and Operations Analysis* выделяет4 основные модели, которые различаются предпосылками к их применению: (1) экономичный размер заказа (Economic Order Quantity – EOQ), (2) однопериодная модель управления запасами (Single Period Inventory Models – Newsvendor model), (3) вероятностные модели управления запасами: с непрерывной периодичностью проверки уровня запаса (Continuous Review Policy – s,Q) и с периодической проверкой уровня запаса (Periodic Review Policy – R,S). Анализ характеристик компании «ХММР», в частности рассмотрение спроса, горизонта планирования, времени поставок и интервалах времени между проверками состояния запаса, демонстрирует, что гибридная система модели с периодической проверкой уровня запаса (R,S) в наибольшей степени удовлетворяет требованиям рассматриваемой компании.

Страховые запасы играют значительную роль в управлении запасами в компании любой отрасли. Многие авторы, в частности Р.С. Кумар, Чж.К. Хвонг, К.Чж. Чжен, Х. Йилдыз, С. Дюхадвей, Р. Нарасимхан утверждают, что даже в случае применения JIT как основной концепции производства на предприятии, работа с нулевым запасом практически невозможна и сопряжена с различного рода рисками.

Для определения такого объема страхового запаса, который бы отвечал требованиям компании и поспособствовал бы нивелированию специфических именно для нее рисков, А.Г. Мадера предлагает использовать два подхода: вероятностный подход и подход, основанный на заданном уровне сервиса. Различные исследователи (А.Г. Мадера, Т.А. Ильина, В.А. Скочинская, Д.Дж. Бауэрсокс) приводят свои аргументы в пользу как одного, так и другого подхода, при этом ни в одной из изученных работ не обнаружены достаточно убедительные доводы в пользу предпочтения одного определенного подхода. Поэтому для целей настоящей работы используются расчеты, основанные на обоих подходах, разработанных А.Г. Мадерой – и вероятностный подход, и подход, основанный на заданном уровне сервиса.

# Глава 3. Совершенствование планирования производства компании «Хендэ мотор мануфактуринг рус»

## 3.1 Расчет уровня страхового запаса

В настоящее время компания «Хендэ Мотор Мануфактуринг Рус» при расчете страховых запасов основывается на предыдущем опыте. На основании анализа производственных процессов, представленного в главе 1 настоящей работы, установлено, что основной концепцией управления производством на заводе является концепция Just-in-Sequence. Однако ряд компонентов поставляется по принципу Just-in-time, из которых уже на заводе комплектуется последовательность и поставляется на линию. Именно для этой группы компонентов необходим страховой запас, который обусловлен отсутствием точного почасового производственного плана, следствием которого является расхождение реального спроса на компоненты и планируемого, и возможностью сбоя в работе поставщиков. Хотя неисполнение поставщиками своих обязанностей происходит крайне редко и, как правило, связано с независящими от них обстоятельствами, на практике имели место пропуски или значительные задержки поставок вследствие отключения электроэнергии на производственных площадках поставщиков, а также транспортных коллапсов. Кроме того, регулярно наблюдаются незначительные задержки поставок. Большее влияние на необходимость содержания страховых запасов оказывает корректировка последовательности кузовов перед их выпуском с цех сборки. Компания «ХММР» предпочитает хранить большой, часто чрезмерный, объем запасов, необходимых для бесперебойного производства. Остановка производственной линии и простой оборудования и рабочей силы вследствие дефицита материальных запасов сопряжены с большими издержками, которые значительно превышают затраты на хранение комплектующих. В настоящее время на заводе «ХММР» применяется следующая политика определения объема страховых запасов: буферные запасы деталей тех поставщиков, которые расположены в парке поставщиков или на незначительном удалении от производственной площадки «ХММР», должны храниться в объеме, способном обеспечить 3 часа бесперебойного производства, а страховые запасы деталей поставщиков, находящихся дальше и совершающих поставки не так часто, должны быть рассчитаны на 6 часов непрерывной сборки автомобилей. Однако более детальный анализ производственных процессов показал, что к определению объемов страховых запасов необходимо применять более надежный и обоснованный подход. Т.к. необходимость страхового запаса обусловлена колебаниями спроса на компоненты в течение периода между двумя смежными поставками, то и страховой запас следует определять на основе этой информации.

Для расчета уровня страхового запаса, отвечающего реальным потребностям компании и позволяющего ей обеспечить бесперебойное производство и минимизировать риск остановки производственной линии, избегая сопряженных с этим издержек, были использованы два подхода к расчету уровня страхового запаса, описанные во второй главе настоящей работы: вероятностный подход и подход, основанный на заданном уровне обслуживания. Оба подхода основываются на данных о планируемом и реальном спросе на компоненты от поставщика и длине функционального цикла.

Компания «ХММР» в силу концепции управления JIT и JIS, а также ввиду непрерывного производства 5 дней в неделю, выстраивает отношения с поставщиками по заданной схеме для каждого из них. Существует график поставок от каждого поставщика, который детально согласован обеими сторонами и утвержден, и следование этому графику является строго обязательным. Он основан как на пропускной способности самой производственной площадки «ХММР» с учетом существующего количества доков и рабочей силы, а также с учетом времени на разгрузку машин, так и на требованиях поставщиков, учитывая возможности осуществления поставок каждого. Вместе с тем, ввиду различных ситуаций поставщики (не только Donghee и Doowon) не привозят товар точно в указанное время, хотя их опоздания в среднем не превышают 10 минут. Это часто связано не только с невыполнением данным поставщиком своих обязательств, но и с ситуациями, не поддающимся человеческому влиянию (ситуации на дорогах, погодные условия, отключение водо- или электроснабжения и т.д.), а также с загруженностью операторов, выполняющих погрузо-разгрузочные работы и образованием очереди к доку из-за опоздания предыдущей машины. Таким образом, для дальнейших расчетов страхового запаса комплектующих данных поставщиков необходимо проанализировать количество поставок от компаний Donghee и Doowon и их периодичность (подробный график поставок представлен в Приложениях 1 и 2), а также на основании графика поставок и данных о задержках рассчитать среднее время функционального цикла и среднее квадратическое отклонение. Характеристики поставщиков Donghee и Doowon представлены в Таблице 5 .

1. Характеристики функциональных циклов поставщиков Donghee и Doowon

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Характеристика** | **Donghee** | **Doowon** |
| Количество поставок в рабочие сутки | 27 | 10 |
| Среднее время функционального цикла, мин | 53 | 131 |
| Среднее квадратическое отклонение  функционального цикла, мин | 23 | 30 |

[Источник: составлено автором по материалам компании «ХММР»]

Далее для осуществления расчётов необходимо проанализировать спрос на компоненты поставщиков, используемые в производстве. Из-за неточности почасового планирования наблюдаются значительные отклонения планируемого спроса на компоненты от фактического, которые необходимо учесть при определении страхового запаса для каждого компонента поставщиков Donghee и Doowon (в Приложениях 3 и 4 представлены данные по отклонениям спроса на некоторые комплектующие от поставщиков Donghee и Doowon соответственно).

Для обоих поставщиков расчет страховых запасов произведен на основе двух выбранных подходов: вероятностного подхода и подхода, основанного на заданном уровне сервиса. Вероятность невозникновения дефицита для первого подхода, а также величина «уровень сервиса» для второого были определены на основе экспертной оценки менеджера компании «ХММР» и составили 99%.

На рис. 7 представлены результаты рассчитанного объема страхового запаса для каждой детали от поставщика Donghee, полученные на основе вероятностного подхода (Подход 1) и подхода, основанного на заданном уровне сервиса (Подход 2), и приведенные в сравнении с тем объемом страхового запаса, который на данный момент используется в компании.

1. Изменение объема страхового запаса на основе вероятностного подхода и подхода, основанного на заданном уровне сервиса, поставщика Donghee

[Источник: составлено автором]

При расчете объема страхового запаса на основе вероятностного подхода общее число паллет страхового запаса компонентов поставщика Donghee снижается с 42 до 33. Общий эффект снижения составляет 9 паллет или 21%. В то время как при применении подхода, основанного на заданном уровне сервиса, общее число паллет снижается с 42 до 27 паллет, а общий эффект снижения составляет 15 паллет или 36%.

Как вероятностный подход, так и подход, основанный на заданном уровне сервиса, не обеспечивает снижение страхового запаса для каждой из позиций комплектующих. В частности, для трех видов комплектующих с партномерами 55100-4L000, 55100-М0000 и 62401-М0000, основываясь на вероятностном подходе, следует увеличить страховой запас на одну паллету, однако, подход, основанный на заданном уровне сервиса, предполагает увеличение запаса только для компонентов 62401-М0000. По остальным позициям наблюдается либо сохранение того объема запасов, который на данный момент используется компанией, либо сокращение запасов.

На рис. 8 представлены результаты рассчитанного объема страхового запаса для каждой детали от поставщика Doowon, полученные на основе вероятностного подхода (Подход 1) и подхода, основанного на заданном уровне сервиса (Подход 2), и приведенные в сравнении с тем объемом страхового запаса, который на данный момент используется в компании.

1. Изменение объема страхового запаса на основе вероятностного подхода и подхода, основанного на заданном уровне сервиса, поставщика Doowon

[Источник: составлено автором]

При расчете объема страхового запаса на основе вероятностного подхода общее число паллет страхового запаса компонентов поставщика Doowon увеличивается на одну паллету с 35 до 36 паллет. Общий эффект выражается в увеличении страхового запаса на одну паллету или на 3%. В то время как при применении подхода, основанного на заданном уровне сервиса, общее число паллет снижается с 35 до 30 паллет, а общий эффект снижения составляет 5 паллет или 14%.

Аналогично ситуации с поставщиком Donghee, оба подхода предполагают как увеличение страхового запаса некоторых комплектующих, так и сокращение для некоторых наименований. Однако в данном случае наблюдается б*о*льшая согласованность с актуальным на данный момент объемом страхового запаса.

Для конечного выбора модели и установления определенного объема страхового запаса комплектующих поставщиков Donghee и Doowon проведено обсуждение с менеджментом компании на предмет соответствия установления нового объема страхового запаса и операционной стратегии компании, производственными трендами и поставленными задачами в области управления запасами, складскими помещениями и зонами хранения. Компания ориентирована на постоянное совершенствование и развитие, стремясь, в том числе, к увеличению производственных мощностей. Вместе с тем, приоритетной задачей является разумное сокращение издержек. Очевидно, что в таком случае наиболее подходящим инструментом для определения объема страхового запаса является подход, основанный на заданном уровне сервиса, который обеспечит компании общее снижение нормативного уровня страхового запаса на 20 паллет при рассмотрении комплектующих двух поставщиков и снижение издержек на содержание этого запаса на 26%[[43]](#footnote-43). Однако одним из основных KPI департамента производственного управления и цеха сборки является минимизация случаев остановки производственной линии. Линия может быть остановлена в силу различных причин, но для настоящей работы значение имеет такой фактор риска, как дефицит материальных запасов. Следовательно, резкий переход на более низкий страховой запас является для компании слишком большим риском. В то же время, применение вероятностного подхода не обеспечит желаемого результата: сокращение издержек и возможности реорганизации и альтернативного использования зон хранения. Кроме того, как известно из литературы, данный подход в большей степени применим к ситуациям, когда поставки осуществляются довольно редко, а закупаемый товар высоко специфичен или уникален[[44]](#footnote-44). Принимая во внимание результаты анализа организации поставок компаниями Donghee и Doowon и концепцию производства в компании «ХММР», можно предположить, что установление страхового запаса на уровне, определенном на основе вероятностного подхода, в дальнейшем будет так же, как и в настоящее время, приводить к накоплению и хранению избыточного запаса. Таким образом, конечный объем страхового запаса комплектующих определяется с учетом KPI и сообразно операционной стратегии компании как среднее по двум подходам, которые были применены. На Рисунке 9 представлены конечные данные по объемам запаса комплектующих от поставщика Donghee, вычисленные на основе двух подходов, в сравнении с тем уровнем запасов, который в настоящее время поддерживает компания. Установление страхового запаса на данном уровне позволит сократить общее число паллет запаса на 12, т.е. на 28%.

1. Изменение объема страхового запаса для комплектующих от поставщика Donghee

[Источник: составлено автором]

Аналогичным образом был определен страховой запас компонентов от поставщика Doowon. Данные по объему запаса в сравнение с текущей ситуацией приведены на Рис. 10.

1. Изменение объема страхового запаса для комплектующих от поставщика Doowon

[Источник: составлено автором]

Результатом установления нового уровня страховых запасов комплектующих от поставщика Doowon является сокращение общего количества паллет с 35 до 32, т.е. на 9%. Стоит отметить, что такое незначительное сокращение страхового запаса в данном случае (по сравнению с предыдущей ситуацией с поставщиком Donghee) может быть обусловлено двумя факторами. Во-первых, количество спецификаций комплектующих, для каждой из которых необходим страховой запаса, от поставщика Doowon значительно выше, чем от поставщика Donghee (21 и 12). Вследствие постоянных корректировок количества кузовов, выпускаемых в цех сборки, отклонения в спросе (планируемый и реальный расход комплектующих на каждые 2 часа производства) наблюдаются по каждой из спецификаций. В данном случае для значительной части (10 спецификаций из 21) страховой запас уже на основе того подхода, который на данный момент использует компания, был установлен на уровне одной паллеты, т.е. более не может быть снижен из-за невозможности хранения неполной паллеты. Во-вторых, ввиду расписания поставок компании Doowon (Табл. 5, Приложение 2), изменения в почасовом спросе на компоненты не оказывает значительного влияния на страховой запас его компонентов. В связи с этим, самый большой страховой запас установлен на уровне трех паллет лишь для двух спецификаций. В случае с поставщиком Donghee, напротив, наблюдаются более высокий уровень страховых запасов (до шести паллет).

Применение такого инструментария для определения точно необходимого компании объема страховых запасов доказывает несоответствие применяемого в настоящее время метода реальным потребностям компании и, следовательно, подтверждает возникновение ситуации в компании, когда по одним спецификациям возникает дефицит, в то время как других спецификаций хранится чрезмерное количество, из-за чего создается комплексное накопление и хранение избыточных запасов. Кроме того, можно говорить о нерелевантности применяемого в настоящий момент подхода и на основании того, что он не принимает во внимание график и количество поставок, которое определяет их объем (объем заказа). Чем меньше количество заказов, которое выполняет поставщик в рабочие сутки, тем меньшее влияние колебаний почасового спроса на комплектующие, а следовательно, меньше и объем страхового запаса.

Общий эффект от применения разработанного инструментария к определению уровня страхового запаса по двум поставщикам Donghee и Doowon выражается в сокращении запаса для хранения на 15 паллет или на 19%. Кроме того, результатом сокращения объема страхового запаса является увеличение свободного места в зонах хранения, которое может быть использовано в том числе для расширения производства, к чему компания непрерывно стремится.

## 3.2 Модель по усовершенствованию планирования производства

Применение разработанного инструментария к определению страховых запасов и анализ результатов позволил убедиться в предположении, сделанном в первой главе настоящей работы о том, что на необходимость содержания запаса в большей степени влияет отсутствие точного почасового производственного плана, который обуславливает расхождение спроса на комплектующие в час. Основная производственная концепция JIS налагает на поставщиков обязательства совершать регулярные поставки комплектующих в том объеме, которого хватит до их следующей поставки. Полная информационная прозрачность обеспечивает поставщикам полный доступ к актуальным на любой момент времени планируемым объемам производства, а также выполненном плане на заводе «ХММР», на основании чего они могут рассчитывать объемы своих поставок. Обмен такой информацией происходит посредством корпоративной информационной системы SAP, а основой для планирования производства является отчет, содержащий информацию о количестве моделей автомобилей, которые должны быть произведены в каждые 2 часа производства. Данный план обновляется каждый раз, когда новый кузов выпускается в цех сборки, что позволяет ему снабжать всех заинтересованных лиц актуальной информацией относительно объемов производства. Однако ни на каком этапе данный план не учитывает ограничений цеха сборки и, продолжая являться основным источником информации, может обеспечить только примерное представление о количестве моделей, которые будут собраны в каждые 2 часа. На практике данное число может значительно отличаться от запланированного как в б*о*льшую, так и в меньшую сторону, что может привести к накоплению избыточных запасов или к образованию дефицита необходимых для сборки той или иной модели комплектующих при полном следовании концепции JIT и работы с нулевым запасом. Только в случае точного планирования производства концепция JIT может быть применима в том классическом виде, в котором ее разработал и внедрил Т. Оно[[45]](#footnote-45) и в котором ее описывают в литературе в настоящий момент (С. Пхогата, A.K. Гуптаб[[46]](#footnote-46), С. Кумар[[47]](#footnote-47), Р. Гупта[[48]](#footnote-48) и др.): отсутствие запасов, поставки в нужное время, в нужное место, в нужном объеме. В условиях работы завода «ХММР», как показывает практика и анализ производственных процессов, не представляется возможным вести производственную деятельность без страховых запасов комплектующих, однако существуют некоторые факторы, устранение которых может снизить затраты компании на содержание запаса.

Одним из вариантов совершенствования планирования производства, который поможет улучшить систему управления запасами в целевой компании является разработка модели по созданию более точного почасового производственного плана автомобилей. Предлагаемая модель на основе ежедневного отчета SAP о количестве моделей автомобилей, которые должны быть произведены в каждые 2 часа производства, рассчитывает новый производственный план на каждые 2 часа работы завода с учетом регламентированных перерывов, в которые производственные линии останавливаются. В основе модели лежат ограничения цеха сборки о максимальном количестве определенных автомоделей, которые могут быть собраны за единицу времени, и такт сборки автомобиля, с помощью которого рассчитывается максимальное количество автомоделей, которые могут быть собраны за 2 часа работы завода. Такт сборки одного автомобиля составляет 83 секунды, а ограничения цеха сборки определяются на основе цикла из 8 автомобилей, где:

* Модель QB5 выпускается на производственную линию каждой четвертой, т.е. доля производства машин данного типа составляет 0,25;
* Модель GS 4WD выпускается на производственную линию каждой восьмой, т.е. доля производства машин данного типа составляет 0,125;
* Выпуск модели GS 2WD зависит от того, планируется ли в данный промежуток работы (2 часа) сборка автомобиля GS 4WD: если планируется, то модель GS 2WD выпускается на производственную линию каждой восьмой, т.е. в этом случае доля производства машин данного типа составляет 0,125, если не планируется, то модель GS 2WD выпускается каждой четвертой, т.е. доля производства составляет 0,25;
* Модель НСr выпускается на производственную линию каждой пятой, т.е. доля производства машин данного типа составляет 0,2;
* Модель QB4 выпускается на производственную линию по остаточному принципу.

На основе заданных ограничений можно определить, какое число машин конкретной модели должно быть произведено в каждый двухчасовой период работы завода. В математическом виде данную модель можно представить следующим образом:

Xij – число машин модели i, которые надо произвести в период j;

Aj – максимальное число машин, которое может быть произведено в период j;

di – доля машин модели i, которая может быть произведена в любой период;

di\*Aj – максимальное число машин модели i, которые может быть произведено произвести в период j;

SPij – план производства машин модели i в период j из SAP;

Pij – скорректированный план производства машин модели i в период j из SAP;

rij – количество машин модели i, которые оказались в резервном накопителе PBS в период j;

тогда целевая функция Xij определяется на основе следующих условий:

Таким образом, модель учитывает специфические ограничения для каждой из автомоделей и формирует уточненный производственный план. На Рис. 11 приведен пример рассчитанного по модели производственного плана в сравнении с планом SAP для модели QB5, где видно изменение количества автомобилей данного типа, которые должны быть произведены в каждые 2 часа работы. План производства всех автомоделей приведен в Приложении 5.

1. Изменение плана производства модели QB5 на основе разработанной модели

[Источник: составлено автором]

Данная модель может быть применена компанией без рисков простоя производственной линии, т.к. в ее основе лежит план, разрабатываемый системой SAP, следование которому заложено в условиях модели при расчёте конечного производственного плана. Всегда выполняются условия равенства общего числа моделей, которое запланировано произвести, как за целый рабочий день (928 автомобилей), так и в каждый период производства (2 часа).

## 3.3 Оценка эффектов внедрения новой модели

Применение компанией «ХММР» данной модели окажет положительное влияние сразу на несколько частей процесса планирования и запуска производства. Оно позволит облегчить работу операторов резервного накопителя PBS при формировании окончательной последовательности выпуска кузовов в цех сборки. На данный момент они также ориентируются на план SAP, но стараются при выпуске кузовов учитывать ограничения цеха сборки, что создает дополнительные сложные задачи для них, т.к. в режиме реального времени не представляется возможным учесть все ограничения, что в итоге приводит к конфликтам с операторами цеха сборки. Ориентируясь на производственный план, определенный по модели с учетом ограничений, они будут знать точное максимально возможное число кузовов каждой модели для сборки в каждый период, что упростит задачу следования ограничениям и снизит вероятность возникновения значительных изменений объемов производства в каждые 2 часа.

Таким образом, внедрение модели по усовершенствованию планирования производства может стать полезной и для поставщиков. Ориентация на объемы производства каждого типа автомобилей, определенные по модели и являющиеся более точными, позволит сократить количество случаев, когда планируемое количество значительно отличается от фактически произведенного, следовательно, это отразится и на отклонениях планируемого спроса на комплектующие для сборки автомобилей от фактического. В свою очередь это повлияет и на размер страхового запаса данных комплектующих.

Для определения эффекта от внедрения модели по усовершенствованию планирования производства на объем страхового запаса проанализированы отклонения планируемых системой SAP объемов спроса на комплектующие Donghee и Doowon от реальных в сравнении с отклонениями планируемых разработанной моделью объемов спроса на комплектующие от реальных. Анализ показал, что внедрение модели позволяет сократить отклонения в среднем на 64%. Пример изменения почасового спроса на некоторые из компонентов от поставщика Donghee в сравнении с реальным спросом на него приведен в Приложении 6. Следствием сокращения отклонений является возможность уменьшить страховой запас. На Рис. 12 в виде измененного количества страховых запасов комплектующих от поставщика Donghee показан эффект от внедрения модели.

1. Влияние модели по совершенствованию планирования производства на объем страхового запаса комплектующих от поставщика Donghee

[Источник: составлено автором]

К определению страхового запаса применен тот же инструментарий, который был описан в параграфе 3.1 настоящей работы, где вместо планируемого спроса на компоненты взят спрос, рассчитанный на основе модели. Внедрение данной модели позволяет сделать производственное планирование компании более точным, что приводит к возможности сократить страховой запас и снизить издержки на его хранение. По сравнению с текущей ситуацией в компании (общий объем страхового запаса комплектующих от поставщика Donghee составляет 42 паллеты) страховой запас может быть сокращен до 24 паллет, т.е. можно отказаться от хранения 43% запаса комплектующих от данного поставщика. Кроме того, наблюдается снижение страхового запаса и по сравнению с тем объемом, который был получен с помощью инструментария, построенного на вероятностном подходе и подходе, основанном на заданном уровне сервиса. Благодаря составлению более точного производственного плана, страховой запас может быть снижен с 30 до 24 паллет, т.е. на 20%.

Аналогичным образом было оценено влияние внедрения модели на страховой запас комплектующих от поставщика Doowon, результаты которого представлены на Рис. 13.

1. Влияние модели по совершенствованию планирования производства на объем страхового запаса комплектующих от поставщика Doowon

[Источник: составлено автором]

В данном случае модель также оказывает положительный эффект на объем страхового запаса и показывает, что есть возможности для его снижения. По сравнению с первоначальной ситуацией общее количество паллет запаса комплектующих от поставщика Doowon может быть снижено на 26%, что в натуральном выражении составляет 9 паллет (с 35 до 26 паллет). Кроме того, эффект снижения страхового запаса составляет 18% в сравнении с тем объемом страхового запаса, который рассчитан с применением инструментария, предложенного в настоящей работе.

Отказ от хранения избыточного страхового запаса комплектующих от двух рассматриваемых в работе поставщиков Donghee и Doowon позволит компании «ХММР» снизить логистические издержки, частью которых являются издержки на хранение единицы запаса. В Таблице 6 приведены эффекты, которые на страховой запас комплектующих от поставщиков Donghee и Doowon оказывают применение инструментария для определения точного объема страхового запаса и внедрение модели для составления более точного почасового производственного плана, который обеспечивает снижение отклонений планируемого спроса на компоненты от фактического.

1. Эффекты от внедрения модели

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Поставщик** | **Текущий страховой запас, паллеты** | **Страховой запас на основе модели, паллеты** | **Эффект, паллеты** | **Эффект, %** | **Сокращение издержек на хранение, %** |
| Donghee | 42 | 24 | 18 | 43 | 43 |
| Doowon | 35 | 26 | 9 | 26 | 26 |

[Источник: составлено автором]

Таким образом, общий эффект для целевой компании от внедрения модели по усовершенствованию планирования производства и применения разработанного инструментария для определения объема страхового запаса выражается в возможности отказаться от содержания избыточных запасов, снизив объем страховых запасов на 35%, что также позволит сократить издержки на хранение на 35%.

На практике очень часто полное отсутствие страховых запасов, применение ненадежных методов для определения их объема или чрезмерное и безосновательное сокращение может приводить к остановке производства ввиду отсутствия материальных запасов[[49]](#footnote-49). Особенно часто это происходит в компаниях, подверженных постоянным и значительным колебаниям спроса. Однако сокращение объема страхового запаса в данном случае не оказывает негативного влияния на производство компании «ХММР». В первую очередь это подтверждается тем, что в настоящий момент представители компании отмечают, что наблюдается накопление избыточных запасов по некоторым спецификациям из-за определения объема запасов на основе предыдущего опыта. Подход, применяемый для расчёта точного количества страховых запасов, основан на актуальной информации о колебаниях спроса на комплектующие и учитывает особенности взаимоотношений с поставщиками. Таким образом, по результатам применения данного подхода, возможно реорганизовать страховой запас для каждого из компонентов таким образом, что он будет соответствовать реальным потребностям компании, минимизируя при этом риск остановки производственной линии вследствие дефицита материальных запасов. Во-вторых, дальнейшее сокращение страхового запаса, которое может быть возможным благодаря внедрению модели по усовершенствованию планирования производства, также не увеличивает риска остановки линий, т.к. учитывает ограничения по общему дневному объему производства и основывается на первичном производственном плане (плане SAP). Запас может быть сокращен лишь благодаря более точному почасовому планированию, которое обеспечивает меньшие колебания спроса на комплектующие в каждые 2 часа производства, следовательно, и меньшее значение среднего квадратического отклонения спроса за период поставки.

## 3.4 Рекомендации компании «Хендэ Мотор Мануфактуринг Рус»

Основным фактором, влияющим на необходимость создания страховых запасов комплектующих в компании «ХММР» является желание нивелировать сопряженный с высокими издержками риск остановки производственной линии вследствие дефицита материальных запасов. Однако подход для определения объема страховых запасов, который компания использует на данный момент, основывается не на фактических данных, а на предыдущем опыте и не соответствует реальным потребностям компании, из-за чего происходит снижение запаса некоторых спецификаций до критического уровня или наблюдается накопление избыточных запасов. Для минимизации количества ситуаций, когда объем материальных запасов в силу различных причин достигает критического значения или близок к дефициту, а также для сокращения издержек, которые в данный момент компания тратит на содержание излишнего запаса, мы предлагаем использование инструмента, базирующегося на вероятностном подходе и подходе, основанном на заданном уровне сервиса, для определения точного количества страховых запасов комплектующих. Использование данных, полученных на основе данного инструмента, для установления нового уровня страхового запаса для комплектующих от поставщиков Donghee и Doowon позволит компании избавиться от 19% запасов, которые на данный момент являются избыточными. Благодаря тому, что в основе предложенного к использованию подхода лежат фактические данные отклонений спроса в каждые 2 часа производства и актуальное время выполнения заказа поставщиком с поправкой на данные об опозданиях и количество функциональных циклов, риск возникновения дефицита по какой-либо из рассматриваемых спецификаций минимизирован.

Как показал анализ производственных процессов и результатов применения конкретного инструментария для определения объемов страхового запаса, основной причиной его создания являются значительные отклонения планируемого спроса на комплектующие от фактического в каждые 2 часа производства, которые возникают из-за отсутствия точного почасового производственного плана. Для сокращения числа корректировок количества кузовов, выпускаемых в цех сборки из резервного накопителя PBS в каждые 2, мы предлагаем использовать модель, которая позволяет составить более точный план сборки автомобилей на каждые 2 часа. В ее основе лежат ограничения цеха сборки и такт сборки автомобиля, с помощью которого рассчитывается максимальное количество автомоделей, которые могут быть собраны в каждый двухчасовой период. Внедрение данной модели оказывает следующие положительные эффекты на производственные процессы компании. Модель позволит облегчить работу операторам резервного накопителя PBS, т.к. будет упрощена задача следования ограничениям и снижена вероятность возникновения значительных изменений объемов производства в каждые 2 часа. Внедрение модели обеспечит сокращение отклонений планируемого спроса на комплектующие для сборки автомобилей от фактического в среднем на 64%.

Внедрение модели по усовершенствованию планирования производства позволяет также сократить объем страхового запаса благодаря сокращению колебаний спроса в каждый двухчасовой период без риска остановки производства вследствие дефицита комплектующих. Результатом более точного планирования является возможность отказаться от 35% запаса (по сравнению с текущей ситуацией в компании), что обеспечит сокращение издержек на хранение на 35%. Кроме того, отказ от содержания излишних запасов позволит компании освободить место в зонах хранения: благодаря внедрению модели, компания может реорганизовать пространство, которое в настоящий момент занимают 27 паллет излишних запасов. Свободное место компания может использовать для расширения производства, что отвечает ее стратегии развития.

## 3.5 Выводы по главе 3

В настоящее время одним из основных рисков для компании «ХММР» является риск остановки производственной линии. Компания оценивает издержки упущенных возможностей производства из-за дефицита материальных запасов выше, чем затраты на хранение, поэтому классическое применение концепции JIT, которая предполагает полное отсутствие материальных запасов, в данном случае невозможно. Однако расчет объема страхового запаса комплектующих в компании базируется на предыдущем опыте, что способствует накоплению избыточных запасов. Применение обоснованного инструментария, разработанного на базе вероятностного подхода и подхода, основанного на заданном уровне сервиса, позволяет компании изменить объем страхового запаса по комплектующим от поставщика Donghee и Doowon. Результатом этого станет возможность сократить издержки на хранение избыточного запаса на 19%.

Ввиду того, что основной причиной необходимости содержания страхового запаса комплектующих является отсутствие точно почасового производственного плана, что обуславливает расхождение фактического спроса на компоненты и планируемого. Для усовершенствования планирования производства разработана модель, которая, учитывая все ограничения цеха сборки, приближает результаты производственного плана к фактическому объему производства в каждые 2 часа, вследствие чего в среднем на 64% уменьшаются отклонения спроса в рассматриваемые двухчасовые периоды.

Совершенствование производственного планирования оказывает положительный эффект на объем страхового запаса. Внедрение предлагаемой модели позволит целевой компании освободить место на складе, равное объему 27 паллет, в случае отказа от хранения избыточных запасов. Это позволит компании также сократить издержки на хранение на 35% в сравнении с текущей ситуацией в компании.

# Заключение

В ходе настоящей работы, посвящённой совершенствованию системы управления запасами комплектующих, поднимается проблема необходимости содержания страхового запаса комплектующих в автомобилестроительной компании «Хендэ Мотор Мануфактуринг Рус». Несмотря на то, что что основной концепцией производства на предприятии является концепция Just-in-sequence, классическая трактовка которой, подобно концепции Just-in-time, предполагает организацию производственной деятельности с нулевыми запасами, анализ производственных процессов, организации производственного планирования, а также рассмотрение системы выстраивания взаимоотношений с поставщиками показал, что существует потребность содержания страхового запаса для нивелирования риска остановки производственных линий в компании. Основным фактором, влияющим на необходимость содержания страхового запаса в компании, является отсутствие точного почасового производственного плана, вследствие чего наблюдаются значительные отклонения фактического спроса на комплектующие от планируемого в каждые два часа производства.

Согласно гибридной системе модели с периодической проверкой уровня запаса, которая в наибольшей степени удовлетворяет требованиям рассматриваемой компании по характеристикам спроса, горизонта планирования, времени поставок и интервалов времени между проверками состояния запаса, в компании утвержден график, определяющий количество поставок от каждой компании-поставщика и время их совершения. Для рассматриваемых в настоящей работе поставщиков Donghee и Doowon предусмотрено осуществление различного количества поставок (27 и 10 соответственно). Анализ организации поставок и объемов страхового запаса показал следующую зависимость: чем чаще совершаются поставки, тем больший объем страхового запаса комплектующих необходим. Это связано со значительными колебаниями спроса на автокомпоненты в период функционального цикла (времени между двумя смежными поставками) и особенностями производственного планирования: производственный план на день составляется на каждые 2 часа работы завода. Ввиду того, что данный план формируется корпоративной информационной системой SAP и не учитывает основных ограничений цеха сборки, при выпуске кузовов на производственную линию значительно изменяется планируемый объем производства на 2 часа.

Для разработки инструментария для определения объема страхового запаса выбраны два подхода: вероятностный подход и подход, основанный на заданном уровне сервиса. Окончательный расчет величины страхового запаса, отвечающего требованиям рассматриваемой компании и особенностям организации производства, а также минимизирующий специфические для нее риски, определен на основе комбинации результатов двух подходов. Такой способ в большей степени отвечает как текущей стратегии компании, ориентированной на развитие и расширение производства, так и основному KPI, которым является минимизация случаев остановки производственной линии.

Ввиду того, что основной причиной создания страхового запаса комплектующих являются значительные отклонения планируемого спроса на комплектующие от фактического в каждые 2 часа производства, разработана модель на основе ограничений цеха сборки и такта сборки автомобиля, которая позволяет составить более точный план сборки автомобилей на каждые 2 часа производства и сократить число корректировок количества кузовов, выпускаемых в цех сборки. Внедрение данной модели по усовершенствованию планирования производства позволяет сократить отклонения планируемого спроса на комплектующие от поставщиков Donghee и Doowon от фактического в среднем на 64%, следовательно, позволяет сократить и объем страхового запаса по данным компонентам.

Таким образом, на основании полученных результатов компании «Хендэ Мотор Мануфактуринг Рус» может быть рекомендовано использование разработанного на базе вероятностного подхода и подхода, основанного на заданном уровне сервиса, инструментария для определения точного объема страхового запаса для комплектующих от поставщиков Donghee и Doowon. Это позволит компании избавиться от 19% запасов, которые на данный момент являются избыточными. При этом сокращение объема страхового запаса не приведет к возникновению риска образования дефицита по какой-либо из рассматриваемых спецификаций, т.к. предлагаемый инструмент основан на фактических данных отклонений спроса в каждые 2 часа производства и актуальном времени выполнения заказа поставщиками с поправкой на данные об опозданиях и количество функциональных циклов. Вместе с тем, устранение проблемы отсутствия точного производственного плана может привести к возможности большего сокращения страховых запасов, следовательно, к сокращению логистических издержек. В этой связи компании «ХММР» может быть рекомендовано внедрение модели по усовершенствованию производства, которая оказывает сразу несколько положительных эффектов на производственные процессы компании: облегчение работы операторов резервного накопителя PBS, сокращение числа конфликтов с операторами цеха сборки. Кроме того, использование данной модели поставщиками компании для определения объемов поставок позволит сократить страховой запас комплектующих, необходимых для поддержания производства в критических ситуациях, т.к. модель обеспечивает сокращение отклонений планируемого спроса на комплектующие для сборки автомобилей от фактического в среднем на 64%. Внедрение предлагаемой модели позволит целевой компании освободить место в зонах хранения, равное объему в 27 паллет, в случае отказа от хранения избыточных запасов. Это позволит компании также сократить издержки на хранение на 35% в сравнении с текущей ситуацией. Освободившееся место в зонах хранения компания может использовать для расширения производства, что отвечает ее стратегии развития.

# Список литературы

* 1. Алесинская, Т.В. Основы логистики. Функциональные области логистического управления. – Таганрог: Издательство ТТИ ЮФУ, 2009. – 79 с.
  2. Барлиани, А.Г. Алгоритм определения страхового материального запаса / А.Г. Барлиани // [Интерэкспо Гео-Сибирь](http://cyberleninka.ru/journal/n/interekspo-geo-sibir). – 2007. – Т. 6. – С. 81–84.
  3. Бауэрсокс, Д. Дж. Логистика: интегрированная цепь поставок. / Д. Дж. Бауэрсокс, Д. Дж. Клосс. – 2-е изд. - М.: ЗАО «Олимп-Бизнес», 2005. – 640 с. .
  4. Бродецкий, Г.Л. Системная аналитика принятия решений в исследованиях логистики. – М.: ГУ-ВШЭ, 2004. – 170 с.
  5. Гаджинский, А.М. Логистика. – 20-е изд. – М.: Издательско-торговая корпорация «Дашко и К», 2012. – 484 с.
  6. Данилова, С.Ю. Оптимизация уровня запасов производства с целью повышения конкурентоспособности предприятия с непрерывным циклом производства / С.Ю. Данилова, Е.В.Пуденков //[Вестник Волжского университета им. В.Н. Татищева](http://cyberleninka.ru/journal/n/vestnik-volzhskogo-universiteta-im-v-n-tatischeva). – 2013. – Т. 28 № 2. – С. 27–38.
  7. Иванова, А.В. Способы оценки логистического сервиса [Электронный ресурс] / А.В. Иванова // Логистика и управление цепями поставок. – 2014. – Т.62, №3. – Режим доступа: <http://lscm.ru/index.php/ru/po-rubrikam/item/501> (дата обращения: 23.04.2017).
  8. Издательство «ДП Бизнес Пресс» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.dp.ru/Default2.aspx?ArticleID. – Загл. с экрана. – (дата обращения: 20.02.2017).
  9. Издательство «Российская Газета» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://rg.ru/>. – Загл. с экрана. – (дата обращения: 20.02.2017).
  10. Ильина, Т.А. Определение оптимального уровня запасов материально-технических ресурсов на промышленном предприятии / Т.А. Ильина // Вестник Самарского государственного технического университета. – 2013. – Т. 7, № 1. – С. 59–66.
  11. Информационное агентство «Газета.Ру» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.gazeta.ru/auto/news/2014/02/05/n_5926277.shtml>. – Загл. с экрана. – (дата обращения: 20.02.2017).
  12. Информационное агентство «РосБизнесКонсалтинг» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://marketing.rbc.ru>. – Загл. с экрана. – (дата обращения: 20.02.2017).
  13. Информационное агентство «Финмаркет» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.finmarket.ru/>. – Загл. с экрана. – (дата обращения: 20.02.2017).
  14. Информационное агентство «Regnum Медиакит» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://regnum.ru/news/1652062.html>. – Загл. с экрана. – (дата обращения: 20.02.2017).
  15. Ковальков, В.А. Система измерения уровня логистического сервиса / В.А. Ковальков // Логистика и управление цепями поставок. – 2009. – Т. 32, № 6. – С.33-39.
  16. Корпоративная логистика. 300 ответов на вопросы профессионалов / под ред. В.И. Сергеева. – М. : Инфра-М, 2004. – 976 с.
  17. Лукинский, В.С. Методы определения уровня обслуживания в логистических системах / В.С. Лукинский, Т.Г. Шульженко // Логистика и управление цепями поставок. – 2011.– Т. 42, №1. – С.70-86.
  18. Медиахолдинг «Эксперт» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://expert.ru>. – Загл. с экрана. – (дата обращения: 20.02.2017).
  19. Мадера, А.Г. Как рассчитать страховой запас [Электронный ресурс] / А.Г. Мадера. – 2013. – Режим доступа: <http://logist.ru/articles> (дата обращения: 21.03.2017).
  20. Мадера, А.Г. Моделирование и принятие решение в менеджменте: руководство для будущих топ-менеджеров. – М.: Издательство ЛКИ, 2010. – 688 с.
  21. Научно-практический журнал «Маркетинг и логистика» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://marklog.ru/>. – Загл. с экрана. – (дата обращения: 20.02.2017).
  22. Об утверждении стратегии развития автомобильной промышленности Российской Федерации на период до 2020 года : приказ министерства промышленности и торговли Российской Федерации от 23.04.2010 № 319 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_104193/>. (дата обращения: 20.02.2017).
  23. Отраслевое электронное СМИ «Авторевью» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://old.autoreview.ru/archive/2008>. – Загл. с экрана. – (дата обращения: 20.02.2017)
  24. Официальный сайт Администрации Санкт-Петербурга [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://gov.spb.ru/gov/otrasl/c_industrial/avtomobilnyj-klaster/>. – Загл. с экрана. – (дата обращения: 20.02.2017).
  25. Официальный сайт «Таганрогский Автомобильный Завод» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.tagaz.ru/plant/factory>. – Загл. с экрана. – (дата обращения: 20.02.2017).
  26. Официальный сайт «Хендэ Мотор СНГ» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.hyundai.ru/AboutUs>. – Загл. с экрана. – (дата обращения: 20.02.2017).
  27. Свиридова, О.А. Стохастические модели оптимизации управления запасами торговых организаций : дис. канд. экон. наук : 08.00.13 / Свиридова Ольга Александровна. – М., 2015. – 148 с.
  28. Сергеев, В.И. Управление цепями поставок. Учебник для бакалавров и магистров / В.И. Сергеев. – М. : Юрайт, 2014. – 479с.
  29. Сетевое издание «РИА Новости» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ria.ru/economy/20160602/1441772752.html>. – Загл. с экрана. – (дата обращения: 20.02.2017).
  30. Скочинская, В.А. Методы расчета объема страхового запаса с учетом значимости материальных ресурсов / В.А. Скочинская // [Наука и техника](http://cyberleninka.ru/journal/n/nauka-i-tehnika). – 2007. – Т.1, № 5. – С. 39-48.
  31. Степанов, В.И. Логистика. – М.: Проспект, 2013. – 496 с.
  32. Сток, Дж.Р. Стратегическое управление логистикой / Дж.Р. Сток, Д.М.Ламберт. – М. : Инфра-М, 2005. – 757 с.
  33. Таха Х.В. Введение в исследование операций. – 7-е изд. – М.: Вильямс, 2005. – 912 с.
  34. Шрайбфедер, Дж. Эффективное управление запасами / Дж. Шрайбфедер. – 3-е изд. –М. : Альпина Бизнес Букс, 2008. – 304 с.
  35. Ahmed, I.A. Literature review on inventory modeling with reliability considerations / I. Ahmed, I. Sultana // International journal of industrial engineering computations. – 2014. – Vol. 5, N 1. – P. 169–178.
  36. Angel, R.S. Inventory management – a case study / R. S. Angel, G. Chitra, S. N. Gomathi // International journal of emerging research in management and technology. – 2014. – Vol. 3, N 3. – P. 345–352.
  37. Anichebe, N.A. Effect of inventory management on organisational effectiveness / N.A. Anichebe, A.O. Agu // Information and Knowledge Management. – 2016. – Vol. 3, N 8. – P. 134-151.
  38. Ballou, R.H. Business Logistics Management / R.H. Ballou. – 5th ed. – New Jercey etc. : Pearson Prentive Hall. – 2004. – 816 p.
  39. French, T. Five “no regrets” moves for superior customer engagement [Электронный ресурс] / Tom French, Laura LaBerge, Paul Magill // McKinseyQuarterly. – 2012. – Режим доступа: [http://www.mckinsey.com/insights/marketing\_sales/](http://www.mckinsey.com/insights/marketing_sales/five_no_regrets_moves_for_superior_customer_engagement) (дата обращения 23.04.2017).
  40. Graf, H. DaimlerChrysler: integrated sourcing networks / H. Graf, C. Gabriel, S. Putzlocher // Successful implementation of supply chain management. – 2004. – 2nd ed. – Berlin. – P. 55–71.
  41. Gupta, R. Just in Time-A Concept for Efficient Manufacturing / R. Gupta, D. Garg // International Journal of Applied Engineering Research. – 2012. – Vol. 7 N 11. – P 198–213.
  42. Hakan, Y. Production Planning Using Evolving Demand Forecasts in the Automotive Industry / Y. Hakan, S. DuHadway, R. Narasimhan, S. Narayanan // Industrial Engineering and Engineering Management. – 2016. – Vol. 63, N 3. – P. 26–34.
  43. Huang, C-K. An inventory policy for the lead time demand with compound Poisson process and controllable lead time / Chao-Kuei Huang , Kuo-Chao Chen, Tzu-Liang Cheng // Journal of interdisciplinary mathematics. – 2013. – Vol. 7, N 3. – P. 315-323.
  44. Kim, C.O. Adaptive inventory control models for supply chain management / C.O. Kim, J.K. Baek, J. Jun, Y.D. Kim, R.L. Smith // The International Journal of Advanced Manufacturing Technology. – 2005. – Vol. 26, N 1/ – P. 1184–1192.
  45. Kootanaee, A.J. Just-in-Time Manufacturing System: From Introduction to Implement / A.J. Kootanaee, K. Nagendra Babu, Hamidreza Fooladi Talari // International Journal of Economics, Business and Finance. – 2013. – Vol. 1, N 2. – P. 153–174.
  46. Korponai, J. The effect of the demand-changes on the inventories / J. Korponai, A. Banyai, B. Illes // Proceedings of the 26th DAAAM International Symposium. – 2016. – P.1068–1075.
  47. Korponai, J. The effect of the safety stock on the occurrence probability of the stock shortage / J. Korponai, A.B. Toth, B. Illes // Management and Production Engineering Review. – 2017. – Vol. 8 N 1. – P. 69–77.
  48. Kumar, R.S. Comprehensive Study on Wastages of Supply Chain Information Sharing in Automotive Industries / R. Sendhil Kumar , C. Muralidharan, S. Murali, S. Pugazhendhi // IOP Conference Series: Material Science and Engineering. – 2017. – Vol. 183, N 1. – P. 12–17.
  49. Kumar, C.S. Literature review of JIT-KANBAN system / C.S. Kumar, R. Panneerselvam // The International Journal of Advanced Manufacturing Technology. – 2007. – Vol. 32 N 3. – P. 393-408.
  50. Meissner, S. Controlling just-in-sequence ﬂow-production / Sebastian Meissner // Logistics Research. – 2010. – N 2. – P. 45-53.
  51. Mentzer, John. Developing a Logistics Service Quality Scale /J. Mentzer, T. Flint, J. Daniel, J.L. Kent // Journal of Business Logistics. – 1999. – Vol. 20, N 1. – P. 9-32.
  52. Moffat, A. [Dynamic LEAN shop floor SMT material control starting only what you can finish](https://proxy.library.spbu.ru:2092/record/display.uri?eid=2-s2.0-84866264191&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=material+shortage+safety+stock&st2=&sid=83B6F2FEA35218601889C76B9A3978BC.wsnAw8kcdt7IPYLO0V48gA%3a20&sot=b&sdt=b&sl=45&s=TITLE-ABS-KEY%28material+shortage+safety+stock%29&relpos=9&citeCnt=0&searchTerm=) / A. Moffat // IPC Alex Expo Technikal Conference 4. – 2011. – P. 2848 – 2894
  53. Muckstadt, J. Models and Solutions in Inventory Management / John Muckstadt, Amar Sapra. – New York etc. : Springer New York. – 2006. – 418 p.
  54. Nahmias, S. Production and Operations Analysis / S. Nahmias. – 6th ed. – McGraw-Hill International Edition. – 2008. – 398 p.
  55. Nemtajela, N // Industrial Engineering and Engineering Management. – 2016. – Vol. 63, N 3. – Режим доступа: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=7798037> (дата обращения: 15.04.2017).
  56. Nemtajela, N. Inventory management models and their effects on uncertain demand [Электронный ресурс] / N. Nemtajela, C. Mbohwa // Industrial Engineering and Engineering Management. – 2016. – Vol. 63, N 3. – Режим доступа: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=7798037> (дата обращения: 15.04.17).
  57. Phogata, S. Theoretical analysis of JIT elements for implementation in maintenance sector / S. Phogata, A.K. Guptab // Uncertain Supply Chain Management. – 2017. – Vol. 5. – P. 187–200.
  58. Pontrandolfo, P. Global supply chain management: a reinforcement learning approach / P. Pontrandolfo, T. Das, A. Gosavi, O. Okogbaa // The international journal of production research. – 2002. – Vol. 40, N 12. – P. 1299–1317.
  59. Ravindran A. R., Warsing Jr. D. P. Supply Chain Engineering: Models and Applications. – CRC Press., 2012. – 548 p.
  60. Silver, E.A. Inventory Management and Production Planning and Scheduling / E.A. Silver, R. Peterson, D.F. Pyke. – 3rd ed. – New York etc. : John Wiley and Sons. – 2006. – 784 p. Zhao, X. Improving the supply chain performance: use of forecasting models versus early order commitments / X. Zhao, R. Lau J. Xie // The international journal of production research. – 2001. – Vol. 39, N 17. – P. 3923–3939.
  61. Wagner, Stephan M. Decision model for the application of just-in-sequence / Stephan M. Wagner, Victor Silveira-Camargos // International Journal of Production Research. – 2011. – Vol. 24, N 1. – P. 5713-5736.

## Приложение 1

Частота поставок Donghee

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№ поставки** | **Время прибытия поставщика** | **Время функционального цикла, мин** |
| 1 | 08.30 | 30 |
| 2 | 09.00 | 50 |
| 3 | 09.50 | 20 |
| 4 | 10.20 | 40 |
| 5 | 11.00 | 100 |
| 6 | 13.20 | 50 |
| 7 | 14.10 | 60 |
| 8 | 15.20 | 20 |
| 9 | 15.40 | 80 |
| 10 | 17.00 | 25 |
| 11 | 17.25 | 55 |
| 12 | 18.30 | 20 |
| 13 | 18.50 | 90 |
| 14 | 20.30 | 30 |
| 15 | 21.00 | 45 |
| 16 | 22.00 | 50 |
| 17 | 22.50 | 40 |
| 18 | 23.30 | 40 |
| 19 | 00.10 | 60 |
| 20 | 01.20 | 20 |
| 21 | 01.40 | 60 |
| 22 | 02.40 | 60 |
| 23 | 04.20 | 30 |
| 24 | 04.50 | 60 |
| 25 | 05.50 | 30 |
| 26 | 06.30 | 30 |
| 27 | 07.00 | 90 |

## Приложение 2

Частота поставок Doowon

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№ поставки** | **Время прибытия поставщика** | **Время функционального цикла, мин** |
| 1 | 10.40 | 90 |
| 2 | 12.10 | 120 |
| 3 | 14.50 | 90 |
| 4 | 16.30 | 140 |
| 5 | 18.50 | 165 |
| 6 | 22.00 | 170 |
| 7 | 00.50 | 100 |
| 8 | 02.40 | 130 |
| 9 | 05.30 | 150 |
| 10 | 08.00 | 150 |

## Приложение 3

Отклонения спроса на некоторые компоненты от поставщика Donghee

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Партномер** | **Спрос** | **Потребность в комплектующих, шт/2ч** | | | | | | | | | | | | **Среднее квадратическое отклонение** |
| **7:50** | **9:50** | **11:50** | **13:50** | **15:50** | **17:50** | **19:50** | **21:50** | **23:50** | **01:50** | **03:50** | **05:50** |
| 31100-H5000 | План | 16 | 20 | 14 | 16 | 13 | 3 | 18 | 15 | 3 | 14 | 16 | 3 | 12,5 |
| Факт | 16 | 16 | 12 | 14 | 13 | 14 | 12 | 14 | 10 | 5 | 10 | 13 |
| 31100-4L100 | План | 51 | 45 | 35 | 48 | 51 | 56 | 45 | 51 | 48 | 34 | 51 | 48 | 47,3 |
| Факт | 48 | 51 | 41 | 47 | 50 | 44 | 43 | 47 | 53 | 41 | 52 | 51 |
| 55100-H5000 | План | 1 | 9 | 3 | 3 | 2 | 1 | 3 | 1 | 0 | 3 | 0 | 0 | 2,6 |
| Факт | 2 | 8 | 3 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 | 1 | 4 |
| 55100-H5300 | План | 15 | 11 | 11 | 13 | 11 | 2 | 15 | 14 | 3 | 11 | 16 | 3 | 9,8 |
| Факт | 14 | 8 | 9 | 11 | 9 | 13 | 10 | 12 | 8 | 4 | 9 | 10 |
| 55100-4L000 | План | 49 | 40 | 33 | 45 | 40 | 55 | 42 | 46 | 36 | 27 | 42 | 40 | 41,2 |
| Факт | 44 | 48 | 39 | 37 | 43 | 42 | 43 | 39 | 45 | 3 | 42 | 39 |
| 55100-4L100 | План | 2 | 5 | 2 | 3 | 11 | 1 | 3 | 5 | 12 | 7 | 9 | 8 | 6,6 |
| Факт | 4 | 3 | 2 | 10 | 7 | 3 | 1 | 9 | 10 | 8 | 10 | 12 |

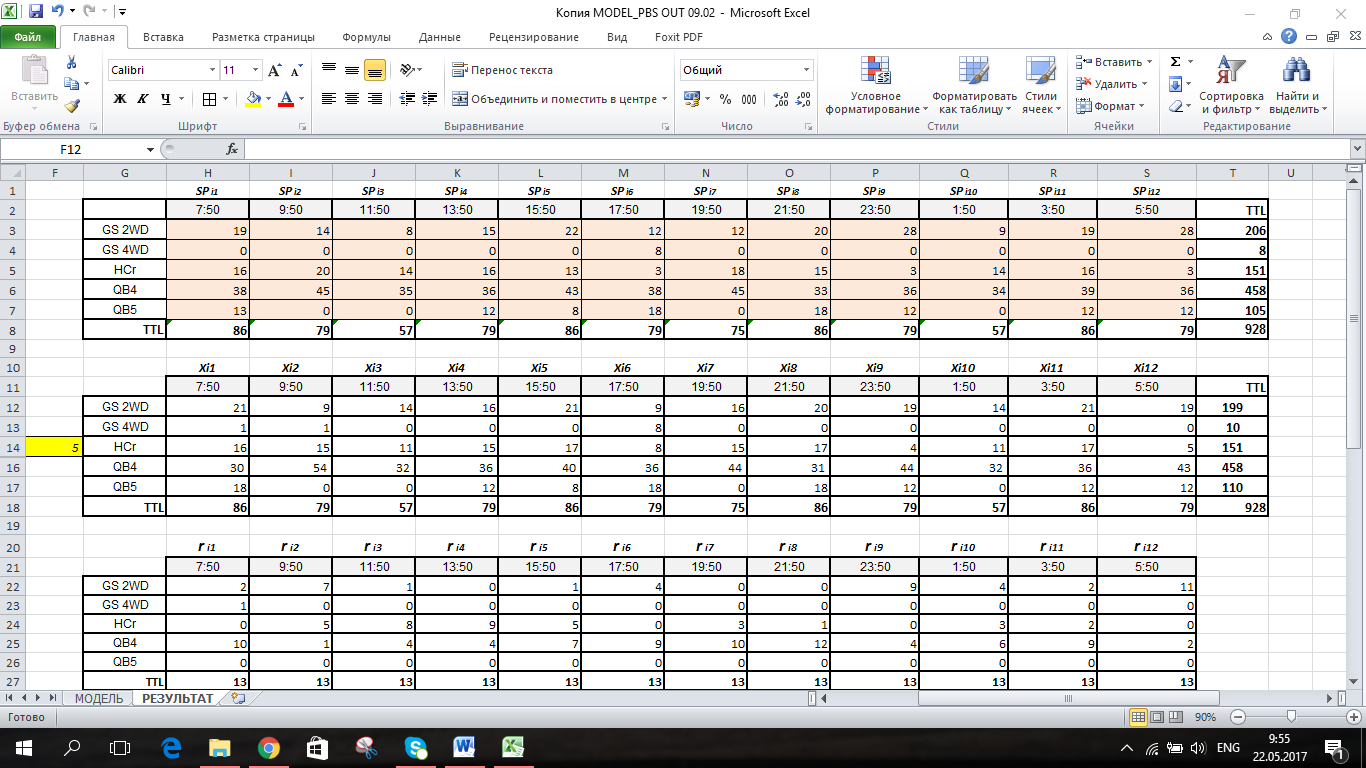
## Приложение 4

Отклонения спроса на некоторые компоненты от поставщика Doowon

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Партномер** | **Спрос** | **Потребность в комплектующих, шт/2ч** | | | | | | | | | | | | **Среднее квадратическое отклонение** |
| **7:50** | **9:50** | **11:50** | **13:50** | **15:50** | **17:50** | **19:50** | **21:50** | **23:50** | **01:50** | **03:50** | **05:50** |
| 97701-4L000 | План | 67 | 65 | 49 | 64 | 64 | 59 | 63 | 65 | 51 | 47 | 67 | 51 | 59,9 |
| Факт | 63 | 67 | 53 | 61 | 63 | 60 | 56 | 59 | 65 | 46 | 62 | 64 |
| 97701-M0000 | План | 16 | 14 | 6 | 12 | 19 | 6 | 12 | 20 | 28 | 9 | 12 | 25 | 15,7 |
| Факт | 18 | 14 | 8 | 14 | 20 | 9 | 16 | 19 | 21 | 12 | 18 | 19 |
| 97701-M0100 | План | 3 | 0 | 2 | 3 | 2 | 14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 3 | 2,9 |
| Факт | 2 | 3 | 2 | 4 | 4 | 11 | 4 | 0 | 0 | 2 | 1 | 2 |
| 97701-1S400 | План | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0,2 |
| Факт | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 97775-M0100 | План | 3 | 0 | 2 | 3 | 2 | 14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 3 | 3,0 |
| Факт | 2 | 3 | 2 | 4 | 5 | 11 | 4 | 0 | 0 | 2 | 1 | 2 |
| 97775-M4000 | План | 7 | 14 | 2 | 8 | 12 | 1 | 8 | 7 | 10 | 1 | 3 | 6 | 6,8 |
| Факт | 14 | 7 | 7 | 6 | 7 | 3 | 7 | 6 | 10 | 4 | 3 | 8 |

## Приложение 5

План производства автомоделей на основе модели по улучшению планирования производства



## Приложение 6

Изменения почасового спроса на некоторые комплектующие от поставщика Donghee в сравнении с реальным спросом и планом SAP

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Партномер** | **Спрос** | **Потребность в комплектующих, шт/2ч** | | | | | | | | | | | | **Эффект снижения отклонений, %** |
| **7:50** | **9:50** | **11:50** | **13:50** | **15:50** | **17:50** | **19:50** | **21:50** | **23:50** | **01:50** | **03:50** | **05:50** |
| 31100-H5000 | План SAP | 16 | 20 | 14 | 16 | 13 | 3 | 18 | 15 | 3 | 14 | 16 | 3 | 36 |
| Факт | 16 | 16 | 12 | 14 | 13 | 14 | 12 | 14 | 10 | 5 | 10 | 13 |
| План по модели | 16 | 15 | 11 | 15 | 17 | 8 | 15 | 17 | 4 | 11 | 17 | 5 |
| 55100-H5300 | План SAP | 15 | 11 | 11 | 13 | 11 | 2 | 15 | 14 | 3 | 11 | 16 | 3 | 44 |
| Факт | 14 | 8 | 9 | 11 | 9 | 13 | 10 | 12 | 8 | 4 | 9 | 10 |
| План по модели | 14 | 13 | 9 | 13 | 14 | 7 | 12 | 14 | 4 | 9 | 14 | 4 |
| 55100-4L000 | План SAP | 49 | 40 | 33 | 45 | 40 | 55 | 42 | 46 | 36 | 27 | 42 | 40 | 51 |
| Факт | 44 | 48 | 39 | 37 | 43 | 42 | 43 | 39 | 45 | 3 | 42 | 39 |
| План по модели | 40 | 44 | 27 | 38 | 39 | 42 | 39 | 39 | 45 | 27 | 38 | 44 |

1. Официальный сайт «Хендэ Мотор СНГ» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.hyundai.ru/AboutUs>. – Загл. с экрана. – (дата обращения: 20.02.2017). [↑](#footnote-ref-1)
2. Отраслевое электронное СМИ «Авторевью» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://old.autoreview.ru/archive/2008>. – Загл. с экрана. – (дата обращения: 20.02.2017) [↑](#footnote-ref-2)
3. Об утверждении стратегии развития автомобильной промышленности Российской Федерации на период до 2020 года : приказ министерства промышленности и торговли Российской Федерации от 23.04.2010 № 319 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_104193/>. (дата обращения: 20.02.2017). [↑](#footnote-ref-3)
4. Издательство «ДП Бизнес Пресс» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.dp.ru/Default2.aspx?ArticleID. – Загл. с экрана. – (дата обращения: 20.02.2017). [↑](#footnote-ref-4)
5. Официальный сайт «Таганрогский Автомобильный Завод» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.tagaz.ru/plant/factory>. – Загл. с экрана. – (дата обращения: 20.02.2017). [↑](#footnote-ref-5)
6. АО «Газета.Ру» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.gazeta.ru/auto/news/2014/02/05/n_5926277.shtml>. – Загл. с экрана. – (дата обращения: 20.02.2017). [↑](#footnote-ref-6)
7. Официальный сайт Администрации Санкт-Петербурга [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://gov.spb.ru/gov/otrasl/c_industrial/avtomobilnyj-klaster/>. – Загл. с экрана. – (дата обращения: 20.02.2017). [↑](#footnote-ref-7)
8. Сетевое издание «РИА Новости» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ria.ru/economy/20160602/1441772752.html>. – Загл. с экрана. – (дата обращения: 20.02.2017). [↑](#footnote-ref-8)
9. Информационное агентство «Regnum Медиакит» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://regnum.ru/news/1652062.html>. – Загл. с экрана. – (дата обращения: 20.02.2017). [↑](#footnote-ref-9)
10. Сетевое издание «РИА Новости» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rbc.ru/spb_sz/19/02/2015/5592b0219a794719538d3f48>. – Загл. с экрана. – (дата обращения: 20.02.2017). [↑](#footnote-ref-10)
11. Официальный сайт «Хендэ Мотор СНГ» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.hyundai.ru/XMMP-history>. – Загл. с экрана. – (дата обращения: 20.02.2017). [↑](#footnote-ref-11)
12. Wagner, Stephan M. Decision model for the application of just-in-sequence / Stephan M. Wagner, Victor Silveira-Camargos // International Journal of Production Research. – 2011. – Vol. 24, N 1. – P. 5713-5736. [↑](#footnote-ref-12)
13. Graf, H. DaimlerChrysler: integrated sourcing networks / H. Graf, C. Gabriel, S. Putzlocher // Successful implementation of supply chain management. – 2004. – 2nd ed. – Berlin. – P. 56. [↑](#footnote-ref-13)
14. Meissner, S. Controlling just-in-sequence ﬂow-production / Sebastian Meissner // Logistics Research. – 2010. – N 2. – P. 47. [↑](#footnote-ref-14)
15. PBS OUT (Paint Body Storage Out) – точка выпуска окрашенных и готовых к сборке кузовов из буфера. [↑](#footnote-ref-15)
16. PRJ Storage (Paint Reject Storage) – зона для хранения кузовов, не прошедших контроль качества окраски, в ожидании исправления ошибок. [↑](#footnote-ref-16)
17. CTS (Connection to Trim) – «коридор» между PBS и цехом сборки. [↑](#footnote-ref-17)
18. Kim, C.O. Adaptive inventory control models for supply chain management / C.O. Kim, J.K. Baek, J. Jun, Y.D. Kim, R.L. Smith // The International Journal of Advanced Manufacturing Technology. – 2005. – Vol. 26, N 1/ – P. 1184–1192. [↑](#footnote-ref-18)
19. Pontrandolfo, P. Global supply chain management: a reinforcement learning approach / P. Pontrandolfo, T. Das, A. Gosavi, O. Okogbaa // The international journal of production research. – 2002. – Vol. 40, N 12. – P. 1299–1317. [↑](#footnote-ref-19)
20. Zhao, X. Improving the supply chain performance: use of forecasting models versus early order commitments / X. Zhao, R. Lau J. Xie // The international journal of production research. – 2001. – Vol. 39, N 17. – P. 3923–3939. [↑](#footnote-ref-20)
21. Данилова, С.Ю. Оптимизация уровня запасов производства с целью повышения конкурентоспособности предприятия с непрерывным циклом производства / С.Ю. Данилова, Е.В.Пуденков //[Вестник Волжского университета им. В.Н. Татищева](http://cyberleninka.ru/journal/n/vestnik-volzhskogo-universiteta-im-v-n-tatischeva). – 2013. – Т. 28 № 2. – С. 27–38. [↑](#footnote-ref-21)
22. Anichebe, N.A. Effect of inventory management on organisational effectiveness / N.A. Anichebe, A. O. Agu // Information and Knowledge Management. – 2016. – Vol. 3, N 8. – P. 134-151. [↑](#footnote-ref-22)
23. Nemtajela, N // Industrial Engineering and Engineering Management. – 2016. – Vol. 63, N 3. – Режим доступа: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=7798037> (дата обращения: 15.04.2017). [↑](#footnote-ref-23)
24. Angel, R.S. Inventory management – a case study / R. S. Angel, G. Chitra, S. N. Gomathi // International journal of emerging research in management and technology. – 2014. – Vol. 3, N 3. – P. 345–352. [↑](#footnote-ref-24)
25. Kumar, R.S. Comprehensive Study on Wastages of Supply Chain Information Sharing in Automotive Industries / R. Sendhil Kumar , C. Muralidharan, S. Murali, S. Pugazhendhi // IOP Conference Series: Material Science and Engineering. – 2017. – Vol. 183, N 1. – P. 12–17. [↑](#footnote-ref-25)
26. Hakan, Y. Production Planning Using Evolving Demand Forecasts in the Automotive Industry / Y. Hakan, S. DuHadway, R. Narasimhan, S. Narayanan // Industrial Engineering and Engineering Management. – 2016. – Vol. 63, N 3. – P. 26–34. [↑](#footnote-ref-26)
27. Huang, C-K. An inventory policy for the lead time demand with compound Poisson process and controllable lead time / Chao-Kuei Huang , Kuo-Chao Chen, Tzu-Liang Cheng // Journal of interdisciplinary mathematics. – 2013. – Vol. 7, N 3. – P. 315-323. [↑](#footnote-ref-27)
28. Ahmed, I.A literature review on inventory modeling with reliability considerations / I. Ahmed, I. Sultana // International journal of industrial engineering computations. – 2014. – Vol. 5, N 1. – P. 169–178. [↑](#footnote-ref-28)
29. Nemtajela, N. Inventory management models and their effects on uncertain demand [Электронный ресурс] / N. Nemtajela, C. Mbohwa // Industrial Engineering and Engineering Management. – 2016. – Vol. 63, N 3. – Режим доступа: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=7798037> (дата обращения: 15.04.17). [↑](#footnote-ref-29)
30. Nahmias, S. Production and Operations Analysis / S. Nahmias. – 6th ed. – McGraw-Hill International Edition. – 2008. – 398 p.

    Silver, E.A. Inventory Management and Production Planning and Scheduling / E.A. Silver, R. Peterson, D.F. Pyke. – 3rd ed. – New York etc. : John Wiley and Sons. – 2006. – 784 p.

    Ballou, R.H. Business Logistics Management / R.H. Ballou. – 5th ed. – New Jercey etc. : Pearson Prentive Hall. – 2004. – 816 p. [↑](#footnote-ref-30)
31. Nahmias, S. Production and Operations Analysis / S. Nahmias. – 6th ed. – McGraw-Hill International Edition. – 2008. – 398 p. [↑](#footnote-ref-31)
32. Q\* – оптимальный объем заказа, рассчитанный по модели [↑](#footnote-ref-32)
33. Иванова, А.В. Способы оценки логистического сервиса [Электронный ресурс] / А.В. Иванова // Логистика и управление цепями поставок. – 2014. – Т.62, №3. – Режим доступа: <http://lscm.ru/index.php/ru/po-rubrikam/item/501> (дата обращения: 23.04.2017).

    Ковалков, В.А. Система измерения уровня логистического сервиса / В.А. Ковальков // Логистика и управление цепями поставок. – 2009. – Т. 32, № 6. – С.33-39.

    Корпоративная логистика. 300 ответов на вопросы профессионалов / под ред. В.И. Сергеева. – М. : Инфра-М, 2004. – 976 с.

    Сток, Дж.Р. Стратегическое управление логистикой / Дж.Р. Сток, Д.М.Ламберт. – М. : Инфра-М, 2005. – 757 с.

    Шрайбфедер, Дж. Эффективное управление запасами / Дж. Шрайбфедер. – 3-е изд. –М. : Альпина Бизнес Букс, 2008. – 304 с.

    French, T. Five “no regrets” moves for superior customer engagement [Электронный ресурс] / Tom French, LauraLaBerge, Paul Magill // McKinseyQuarterly. – 2012. – Режим доступа: [http://www.mckinsey.com/insights/marketing\_sales/](http://www.mckinsey.com/insights/marketing_sales/five_no_regrets_moves_for_superior_customer_engagement) (дата обращения 23.04.2017).

    Mentzer, John. Developing a Logistics Service Quality Scale /J. Mentzer, T. Flint, J. Daniel, J.L. Kent // Journal of Business Logistics. – 1999. – Vol. 20, N 1. – P. 9-32. [↑](#footnote-ref-33)
34. Сергеев, В.И. Управление цепями поставок. Учебник для бакалавров и магистров / В.И. Сергеев. – М. : Юрайт, 2014. – 479с. [↑](#footnote-ref-34)
35. Лукинский, В.С. Методы определения уровня обслуживания в логистических системах / В.С. Лукинский, Т.Г. Шульженко // Логистика и управление цепями поставок. – 2011.– Т. 42, №1. – С.70-86. [↑](#footnote-ref-35)
36. Шрайбфедер, Дж. Эффективное управление запасами / Дж. Шрайбфедер. – 3-е изд. –М. : Альпина Бизнес Букс, 2008. – 304 с. [↑](#footnote-ref-36)
37. Muckstadt, J. Models and Solutions in Inventory Management / John Muckstadt, Amar Sapra. – New York etc. : Springer New York. – 2006. – 418 p. [↑](#footnote-ref-37)
38. Korponai, J. The effect of the demand-changes on the inventories / J. Korponai, A. Banyai, B. Illes // Proceedings of the 26th DAAAM International Symposium. – 2016. – P.1068–1075. [↑](#footnote-ref-38)
39. Мадера, А.Г. Как рассчитать страховой запас [Электронный ресурс] / А.Г. Мадера. – 2013. – Режим доступа: <http://logist.ru/articles> (дата обращения: 21.03.2017). [↑](#footnote-ref-39)
40. Барлиани, А.Г. Алгоритм определения страхового материального запаса / А.Г. Барлиани // [Интерэкспо Гео-Сибирь](http://cyberleninka.ru/journal/n/interekspo-geo-sibir). – 2007. – Т. 6. – С. 81–84.

    Скочинская, В.А. Методы расчета объема страхового запаса с учетом значимости материальных ресурсов / В.А. Скочинская // [Наука и техника](http://cyberleninka.ru/journal/n/nauka-i-tehnika). – 2007. – Т.1, № 5. – С. 39-48. [↑](#footnote-ref-40)
41. Бауэрсокс, Д.Дж. Логистика: интегрированная цепь поставок. / Д. Дж. Бауэрсокс, Д. Дж. Клосс. – 2-е изд. – М. : ЗАО «Олимп-Бизнес», 2005. – 640 с.

    Сток, Д.Р. Стратегическое управление логистикой / Д.Р. Сток, Д.М. Ламберт. –М. : ИНФРА-М, 2005. – 797 с. [↑](#footnote-ref-41)
42. Ильина, Т.А. Определение оптимального уровня запасов материально-технических ресурсов на промышленном предприятии / Т.А. Ильина // Вестник Самарского государственного технического университета. – 2013. – Т. 7, № 1. – С. 59–66. [↑](#footnote-ref-42)
43. Эффект сокращения издержек рассчитан на основе данных о затратах хранения единицы запаса на единицу складских мощностей. [↑](#footnote-ref-43)
44. Ильина, Т.А. Определение оптимального уровня запасов материально-технических ресурсов на промышленном предприятии / Т.А. Ильина // Вестник Самарского государственного технического университета. – 2013. – Т. 7, № 1. – С. 59–66. [↑](#footnote-ref-44)
45. Kootanaee, A.J. Just-in-Time Manufacturing System: From Introduction to Implement / A.J. Kootanaee, K. Nagendra Babu, Hamidreza Fooladi Talari // International Journal of Economics, Business and Finance. – 2013. – Vol. 1, N 2. – P. 153–174. [↑](#footnote-ref-45)
46. Phogata, S. Theoretical analysis of JIT elements for implementation in maintenance sector / S. Phogata, A. K. Guptab // Uncertain Supply Chain Management. – 2017. – Vol. 5. – P. 187–200. [↑](#footnote-ref-46)
47. Kumar, C.S. Literature review of JIT-KANBAN system / C.S. Kumar, R. Panneerselvam // The International Journal of Advanced Manufacturing Technology. – 2007. – Vol. 32 N 3. – P. 393-408. [↑](#footnote-ref-47)
48. Gupta, R. Just in Time-A Concept for Efficient Manufacturing / R. Gupta, D. Garg // International Journal of Applied Engineering Research. – 2012. – Vol. 7 N 11. – P 198–213. [↑](#footnote-ref-48)
49. Данилова, С.Ю. Оптимизация уровня запасов производства с целью повышения конкурентоспособности предприятия с непрерывным циклом производства / С.Ю. Данилова, Е.В.Пуденков //[Вестник Волжского университета им. В.Н. Татищева](http://cyberleninka.ru/journal/n/vestnik-volzhskogo-universiteta-im-v-n-tatischeva). – 2013. – Т. 28 № 2. – С. 27–38.

    Свиридова, О.А. Стохастические модели оптимизации управления запасами торговых организаций : дис. канд. экон. наук : 08.00.13 / Свиридова Ольга Александровна. – М., 2015. – 148 с.

    Moffat, A. [Dynamic LEAN shop floor SMT material control starting only what you can finish](https://proxy.library.spbu.ru:2092/record/display.uri?eid=2-s2.0-84866264191&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=material+shortage+safety+stock&st2=&sid=83B6F2FEA35218601889C76B9A3978BC.wsnAw8kcdt7IPYLO0V48gA%3a20&sot=b&sdt=b&sl=45&s=TITLE-ABS-KEY%28material+shortage+safety+stock%29&relpos=9&citeCnt=0&searchTerm=) / A. Moffat // IPC Alex Expo Technikal Conference 4. – 2011. – P. 2848 – 2894

    Korponai, J. The effect of the safety stock on the occurrence probability of the stock shortage / J. Korponai, A. B. Toth, B. Illes // Management and Production Engineering Review. – 2017. – Vol. 8 N 1. – P. 69–77. [↑](#footnote-ref-49)