

УДК 65.018.2

ПОДХОДЫ К ПОВЫШЕНИЮ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ И КАЧЕСТВА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ ПРЕДПРИЯТИЙ МАШИНОСТРОЕНИЯ

© 2017 Д.В. Антипов, А.В. Иващенко

Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва

Статья поступила в редакцию 29.09.2017

В статье рассматриваются подходы к повышению производительности и улучшения качества производственных процессов предприятий машиностроения, приводятся методы анализа и улучшения процессов, описываются алгоритмы, последовательность и особенности применения методов повышения производительности и качества производственных процессов, определяется зависимость между длительностью прохождения заказа и гибкостью машиностроительных производств, также в качестве примера рассматриваются длительность циклов разработки конструкторской документации и производства продукции.

Ключевые слова: машиностроение; организация производства; повышение производительности и качества производственных процессов; скрытые потери; системные ограничения; теория ограничений систем Э.Голдратта; производственная система машиностроительного предприятия.

Машиностроение характеризуется как высококонкурентная отрасль, в которой ключевым фактором успеха является эффективность применения технологий и методов организации производства. Предприятия получают конкурентные преимущества за счет внедрения современных организационных моделей управления, которые повышают производительность производственных процессов и улучшают качество выпускаемой продукции. На сегодняшний день в машиностроении наметилась тенденция перехода от производства массового продукта к производству продукции по индивидуальным требованиям. Данный подход называют «позаказное» производство, в котором потребитель определяет индивидуальные требования к характеристикам продукции, объемам поставляемых партий, номенклатуре, срокам и ритмичности поставки.

Изменение внешних факторов (требований рынка и конкретных потребителей) вынуждает машиностроительные предприятия искать новые подходы к организации и управлению производством, при которых предприятия вынуждены:

- изготавливать продукцию по индивидуальным требованиям заказчиков;
- увеличивать номенклатуру выпускаемой продукции;
- сокращать сроки поставки;
- уменьшать поставляемые партии продукции.

Для выполнения требований рынка и конкретных потребителей предприятиям необходимо повышать производительность и гибкость производства. Производительность обеспечит увеличение объемов и номенклатуры поставляемой продукции, а гибкость позволит обеспечить требования по срокам и стоимости поставки.

В позаказном производстве производственные процессы представляют последовательность процессов, через которые проходит «заказ» от предварительной проработки до поставки изготовленной продукции потребителю. Производительность и гибкость определяются длительностью циклов выполнения производственных процессов, необходимой для проработки конкретного заказа потребителя.

На рис. 1 представлена типовая схема последовательности прохождения заказа, в которой длительность выполнения процессов определена величиной отрезков. Как показывает практика, в «позаказном» производстве наибольшей длительностью могут характеризоваться процессы разработки конструкторской документации и процессы производства (рис. 1).

Для достижения требуемой производительности и гибкости производственных процессов нами предлагается последовательность этапов, позволяющих сократить циклы (длительность) процесса разработки конструкторской документации и процессов производства продукции.

Последовательность этапов основывается на цикле PDCA (планирование, реализация, контроль, улучшение) и решает задачу повышения производительности и качества в инженерной и производственной службах. Последовательность этапов повышения производительности и качества производственных процессов приведена на рис. 2. На каждом этапе предполагается приме-

Антипов Дмитрий Вячеславович, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры производства летательных аппаратов и управления качеством в машиностроении. E-mail: con-expert@mail.ru

Иващенко Антон Владимирович, доктор технических наук, профессор кафедры информационных систем и технологий. E-mail: anton.ivashenko@gmail.com

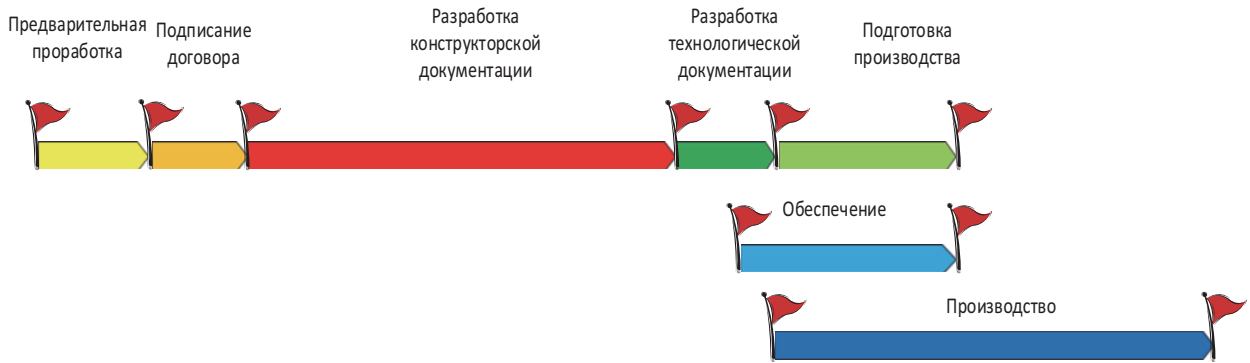


Рис. 1. Производственные процессы машиностроительного предприятия «позаказного» типа производства

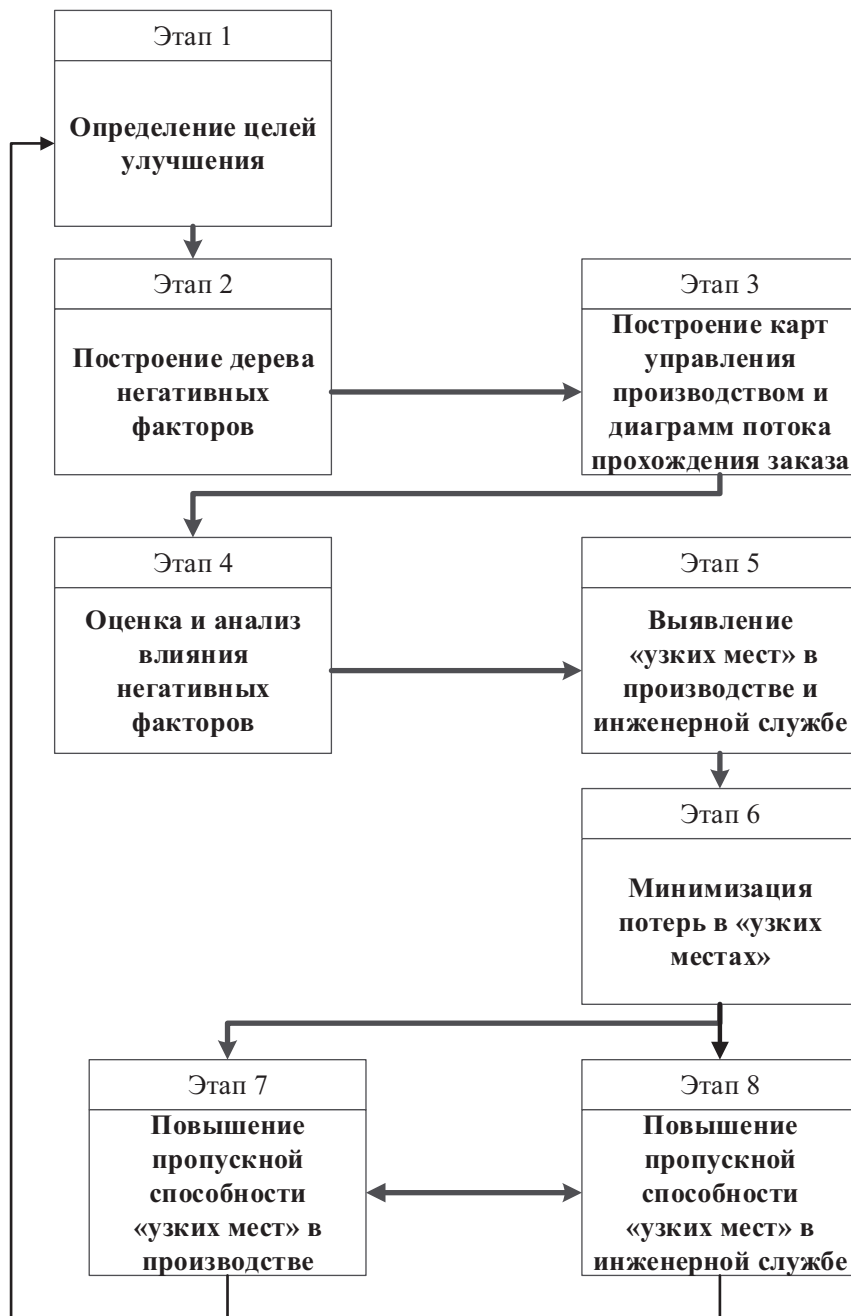


Рис. 2. Структурная схема технологии повышения производительности и качества производственных процессов

Таблица. 1. Основные направления повышения производительности и качества в инженерных и производственных службах

Инженерная служба	Производственная служба
Повысить пропускную способность отделов. Пропускная способность характеризует способность обеспечивать установленные сроки прохождения заказа через конструкторский и технологический отдел при увеличивающемся количестве принятых заказов	Повысить пропускную способность цехов и участков. Пропускная способность цехов и участков характеризует способность обеспечивать выполнение установленных сроков прохождения заказов в производстве
Сократить длительность циклов разработки конструкторской документации (КД) и технологической документации (ТД). Длительность циклов разработки КД и ТД характеризует способность сокращать сроки прохождения заказа	Сократить длительность производственного цикла. Длительность производственного цикла характеризует способность производства сократить сроки прохождения заказа
Снизить объем сверхурочных работ в инженерной службе. Сверхурочные работы характеризуют дополнительную трудоемкость, вызванную недостатком ресурсов организации	Снизить объем сверхурочных работ в производстве. Сверхурочные работы характеризуют дополнительную трудоемкость, вызванную недостатком ресурсов организации
Снизить дополнительные затраты на доработку и устранение несоответствий по качеству в производстве (вина КД и ТД). Дополнительные затраты на доработку и устранение несоответствий по качеству в производстве характеризует затраты на обеспечение качества выпускаемой продукции	Снизить дополнительные затраты на доработку и устранение несоответствий по качеству в производстве (вина цехов). Дополнительные затраты на доработку и устранение несоответствий по качеству в производстве характеризует затраты на обеспечение качества выпускаемой продукции

нять организационно-технологические методы, направленные на сокращение длительности циклов. Длительность сокращается в первую очередь за счет устранения «скрытых» (непроизводительных) потерь в производственных процессах, а также снижения трудоемкости выполнения работ и производственных операций в процессах.

Скрытые потери – это негативное явление, которое расходует ресурсы (временные и финансовые) организации, снижает эффективность производственной системы и удлиняет производственный цикл и цикл выполнения заказа.

Основные направления повышения производительности и качества приведены в табл. 1.

Описание взаимосвязанной последовательности этапов повышения производительности и качества производственных процессов приведено в табл. 2.

На первом этапе определяются цели улучшения производственных процессов.

Целями инженерной службы являются:

- Обеспечить проектирования и разработку

КД в полном объеме в установленные сроки.

- Сократить сроки разработки КД.
- Уменьшить «поток несоответствий» конструкторской документации.
- Обеспечить бесперебойную работу цехов.
- Выполнить работы без дополнительных и сверхурочных работ.

Целями производственной службы являются:

- Обеспечить выполнение производственной программы в объеме и номенклатуре.
- Сократить производственный цикл.
- Выполнить работы без дополнительных и сверхурочных работ.

На втором этапе необходимо построить «Дерево негативных факторов – системных ограничений», влияющих на достижение целей в области производительности и качества производственных процессов. Системное ограничение – фактор внешней или внутренней среды, который из всех влияющих факторов в большей степени негативно влияет на целевую эффективность производственной системы в целом

Таблица 2. Описание технологии повышения производительности и качества производственных процессов

Этап	Методы	Результат
Этап 1. Определение целей улучшения	<ul style="list-style-type: none"> - Опыт руководителя - Экспертная оценка - Существующая система показателей - Имеющиеся данные для расчета целевых показателей <p>Цели:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Сокращение длительности циклов прохождения заказов 2. Повышение качества продукции 3. Сокращение затрат на выпуск продукции 	<p>Целевые показатели производственной системы и методы расчета</p> <p>Фактические значения целевых показателей</p> <p>Количественные показатели бизнес-процессов</p>
Этап 2. Построение дерева негативных факторов – системных ограничений	<ul style="list-style-type: none"> - Опыт руководителя - Экспертная оценка 	<p>Причинно-следственные связи факторов, негативно влияющих на целевые показатели.</p> <p>Коренные причины появления факторов – системные ограничения.</p> <p>Решения по устранению и /или минимизации влияния факторов.</p>
Этап 3. Построение карт управления производством и диаграмм потока прохождения заказа	<ul style="list-style-type: none"> - Маршрутная технология производства продукции - Этапы прохождения заказа в инженерной службе - Трудоемкость выполнения технологических операций - Длительность выполнения работ/ технологических операций 	<p>Пропускная способность производственных участков «Узкие места» - физические рабочие места, сдерживающие поток по производительности и качеству</p>
Этап 4. Оценка и анализ влияния негативных факторов	<ul style="list-style-type: none"> - Контрольные листы, диаграмма Парето, диаграмма Исикава - Хронометраж рабочего времени, расчеты показателей 	<p>Количественные показатели и характеристики</p>
Этап 5. Подтверждение «узких мест»	<ul style="list-style-type: none"> - Карта управления производством - Циклограммы - Бланк анализа потерь на рабочем месте - Анализ загрузки мощностей 	<p>Подтвержденные «узкие места»</p> <p>Скрытые потери в «узких местах»</p>

Таблица 2. Описание технологии повышения производительности и качества производственных процессов (окончание)

<p>Этап 6. Минимизация потерь в «узких местах»</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Мониторинг потерь на рабочем месте - Стандартные операционные процедуры (SOP), Карта переналадки (SMED), Карта автономного обслуживания оборудования (TPM) - Сменно-суточные задания 	<p>Сокращение потерь на рабочем месте</p>
<p>Этап 7. Повышение пропускной способности «узких мест» в производстве</p>	<ul style="list-style-type: none"> - План производства для обеспечения максимальной пропускной способности. - Сменно-суточные задания. - Организационные и технологические мероприятия по «расшивке» «узких мест» в производстве 	<p>Повышение пропускной способности производства Сокращение циклов производства Увеличение объема производства продукции</p>
<p>Этап 8. Повышение пропускной способности «узких мест» в инженерной службе</p>	<ul style="list-style-type: none"> - План-график работы - Организационные и технологические мероприятия по «расшивке» «узких мест» в инженерной службе 	<p>Повышение пропускной способности производства Сокращение циклов технологической подготовки производства</p>

и показатели производительности и качества производственных процессов в частности.

Для установления причинно-следственных связей и выявления коренных причин нами разработана методика построения деревьев системных ограничений, факторы в которых представляют собой причинно-следственные связи.

Алгоритм методики представляет собой последовательность этапов, описанных ниже:

1. Выбираем целевой показатели эффективности (ЦПЭ) производственной системы.

Целевые показатели эффективности:

- Маржинальный доход;
- Операционные затраты;
- Инвестиции в запасы;
- Время выполнения заказа (от заявки до поставки).

2. Формулируем цель улучшения показателя.

Например, для ЦПЭ «Время выполнения заказа» целью улучшения может быть: сокращение времени выполнения заказа и/или выполнения заказа в установленный срок.

3. Определяем способ расчета ЦПЭ.

Например, для ЦПЭ «Время выполнения заказа»:

$$T_{\text{зак}} = T_{\text{кд}} + T_{\text{тд}} + T_{\text{пп}} + T_{\text{пц}} + T_{\text{д}}, \quad (1)$$

где $T_{\text{зак}}$ – Время выполнения заказа; $T_{\text{кд}}$ – время на разработку конструкторской документации; $T_{\text{тд}}$ – время на разработку технологической доку-

ментации; $T_{\text{пп}}$ – время на подготовку производства; $T_{\text{пц}}$ – время на прохождение заказа в производстве; $T_{\text{д}}$ – время на доставку потребителю.

4. Определяем методику расчета единичных показателей.

Например, для ЦПЭ «Время выполнения заказа»:

Показатель «Время разработки ТД» будем рассчитывать через показатель «Процент ТД, разработанных в срок»

5. Определяем целевые функции и целевой результат службы (подразделения) которые обеспечивают выполнения ЦПЭ.

Например, для ЦПЭ «Время выполнения заказа»:

Целевой функцией технологического отдела (ТО) является – разработка ТД; целевым результатом – ТД (Технологические процессы; технологические инструкции; технологические нормы и т.д.)

6. Определяем требования для целевой функции службы (подразделения) – требования к процессу.

Например, для целевой функции ТО «Разработка ТД» требования:

- Минимальное время на разработку и согласование ТД;
- Разработка ТД в установленный срок;
- ТД без ошибок, не требующая доработки.

7. Определяем требования для целевого результата.

Например, для целевого результата «Технологическая документация» требования:

- Максимальная пропускная способность в «узких» местах;

- Сбалансированная загрузка производственных участков;

- Наличие буферных запасов, обеспечивающих бесперебойную загрузку узких мест.

8. Определяем количественные единичные показатели, измеряющие выполнения требований к целевой функции и целевому результату.

Например, для целевого результата «Технологическая документация» требования:

- Время производственного цикла на участках «узких» местах;

- Дополнительная трудоёмкость на устранение несоответствий.

9. Определяем негативные подфакторы, влияющие на количественные единичные показатели целевой функции и целевого результата.

Негативные подфакторы определяются на основании системного анализа по 6 производственным факторам: 1) персонал; 2) оборудование и оснастка; 3) материалы; 4) технологии и процедуры; 5) система управления и контроля; 6) производственная среда.

Например, для целевого результата «Технологическая документация» требования:

- Потери времени из-за невозможности технологии;

- Организационные потери времени;

- Неоптимальные режимы обработки;

- Отсутствие специализированной оснастки;

- Применение несоответствующего инструмента и оснастки и др.

10. Определяем причинно-следственные связи негативных подфакторов.

Например, для целевого результата «Технологическая документация» требования: из-за того, что «технологи не знают возможности оборудования» возникает следствие «в ТД заложены не оптимальные режимы обработки».

11. Разрабатываем решения, направленные на устранение/минимизацию влияния негативных подфакторов.

Например, для целевого результата «Технологическая документация» для негативного подфактора «организационные потери рабочего времени» разработаны решения:

- мониторинг потерь рабочего времени;

- разработка детального план-графика на смену;

- разработка стандартной операционной процедуры;

- разработка карты автономного обслуживания оборудования и т.д.

В качестве примера приведен фрагмент «Дерева системных ограничений» для производственной службы (рис. 3).

Третьим этапом является построение карт

управления производством и диаграмм потока прохождения заказа. Данные инструменты широко распространены при внедрении методов бережливого производства. Карта управления производством описывает движение материального и информационного потока в производстве. Диаграмма потока описывает движение информационного потока при выполнении конструкторских работ.

Цель построения карт управления производством – визуализированное описание потока (материального, информационного) создания ценности бизнес-процесса, выявление действий, создающих и не создающих ценность, выявление «узких» мест. В производстве описывается поток создания материальной ценности (производственный поток) – от сырья до готовой продукции.

Алгоритм построения карт потока создания ценности в производстве:

- 1) Определение перечня поступающих материалов, комплектующих.

- 2) Определение последовательности (маршрута) изготовления деталей, узлов.

- 3) Определение рабочих мест/ группы рабочих мест. Определение параметров рабочих мест/ групп рабочих мест (число смен, человек, производительность, число единиц оборудования).

- 4) Определение длительности выполнения технологических операций.

- 5) Выявление «узких» мест.

Результатом станет: 1) Визуализирована, графически представлена последовательность прохождения заказа через рабочие места. 2) Зафиксировано число единиц оборудования, смен, число рабочих каждого рабочего места.

3) Построение карт управления производством является подготовительным этапом для аналитического и расчетного определения рабочих мест/групп рабочих мест с низкой пропускной способностью.

Диаграмма потока – это графическое представление последовательности и взаимосвязи работ (функций), выполняемых сотрудниками инженерной службы для проработки заказа. Цель – визуализированное описание потока (материального, информационного) создания ценности бизнес-процесса, выявление действий, создающих и не создающих ценность, выявление «узких» мест.

Алгоритм построения представляет собой последовательность 4 шагов:

1. Оформляется бланк сбора и регистрации информации, в котором отражаются должности участвующие в описываемых процедурах.

2. Описываются функции (этапы или работы), выполняемые исполнителями.

Функции должны быть детализированы до конкретного исполнителя.

Функции обозначаются в прямоугольных блоках.

лом, то исполнитель преступает к началу тогда, когда ему это удобно.

3) опоздания начала и завершения работ в потоке аккумулируются.

Следующим этапом анализа потока заказа является построение циклограмм. Циклограмма – это временная диаграмма, показывающая время и последовательность выполнения операций в процессе.

Циклограмма строится на основе диаграмм потока. Для построения необходимо определить длительность выполнения операций.

Длительность работы – это продолжительность времени, необходимого для выполнения всех операций. Оценка длительности операций зависит от содержания работ операции; требуемых ресурсов и доступности ресурсов. Длительность всего проекта определяется длительностью отдельных работ (рис. 4).

Таким образом, применение вышеперечисленных инструментов позволяют выявить

«узкие» места и системные ограничения в инженерной службе, при разработке конструкторской документации и в производственной службе, при производстве заказа.

Далее необходимо разработать и внедрить мероприятия, направленные на устранение «узких» мест и системных ограничений, что приведет к сокращению циклов прохождения заказа в инженерной службе и повысит производительность и качество процессов разработки конструкторской документации и производства.

Возможные мероприятия в инженерной службе приведены в табл. 3.

В табл. 4 приведены «базовые» методы снижения узких мест в производстве.

Таким образом, в данной статье рассмотрены подходы к повышению производительности и качества производственных процессов машиностроительных предприятий. Установлено, что на производительность влияют длительность циклов прохождения заказа в поза-

Таблица. 3. Мероприятия в инженерной службе

Цель	Мероприятие	На что направлено мероприятие/ количественный критерий результативности мероприятия
1. Сокращение длительности цикла прохождения заказа	Автоматизировать процесс контроля прохождения заказа в ТО: назначить и отслеживать точки контроля начала и завершения выполнения работ при получении от руководителя.	Сокращение времени ожидания начала выполнения работ по технической проработке/ Сокращение длительности выполнения работ по технической проработке на 50%.
	Разработать и внедрить стандарт оперативного планирования работы конструкторского отдела (разработка номенклатурного плана; разработка плана-графика работы узких мест (сменно-суточное задание)); выявить и "назначить" узкое" место	Сокращение длительности разработки КД/ Длительность сократиться на 50%
2. Сокращение потока несоответствий по качеству продукции, возникших по причине ИС.	Внедрить каталог стандартных решений	Сокращение количества несоответствий
	Расширить использование чек-листов по проверке КД и выявлению несоответствий	Сокращение количества несоответствий
	Внедрить процедуру верификации КД FMEA анализа	Сокращение количества несоответствий
	Внедрить параллельную проверку всего проекта на этапе подготовки к сдаче базовой документации ("Мега" чек-лист) Создать группу контроля соответствия КД тех. Требованиям.	Сокращение количества несоответствий

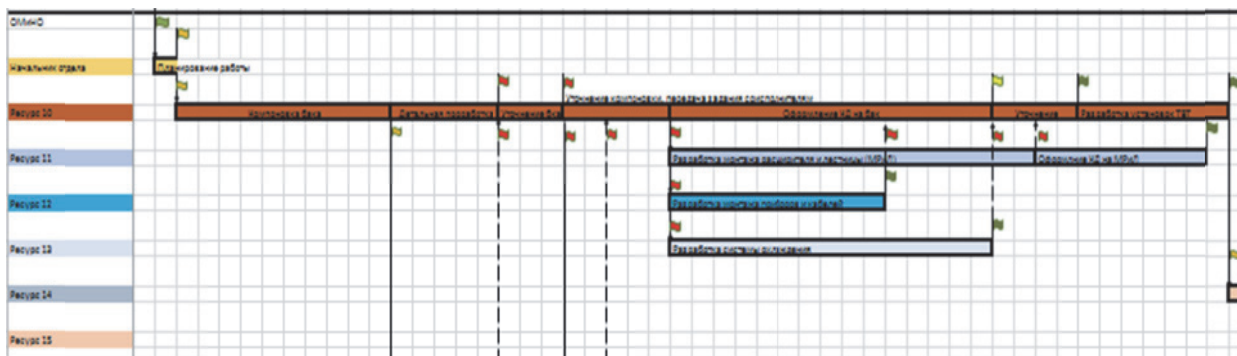


Рис. 4. Фрагмент построения циклограммы проведения конструкторских работ

казном производстве. Необходимо оценивать влияние на длительность прохождения заказа. На машиностроительных предприятиях по заказного типа производства, часто наибольшее влияние на длительность прохождения заказа оказывают конструкторские работы и непосредственно производство сложной высокотехнологичной продукции. Длительность обуславливается наличием скрытых потерь в узких местах. Для минимизации и устранения скрытых потерь необходимо применять инструменты, описанные в данной статье. Результатом внедрения данного подхода является сокращение скрытых потерь и уменьшение длительности циклов конструкторских работ и производства на 30-50%, что напрямую влияет на производительность предприятий машиностроения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Клочков Ю.С. Элемент планирования в системах качества // В сборнике: Традиции и инновации в строительстве и архитектуре Материалы 70-й юбилейной Всероссийской научно-технической конференции по итогам НИР 2012 года. Самарский государственный архитектурно-строительный университет. 2013. С. 303-304.
2. Анализ самоорганизации процессов систем менеджмента качества / Н.И. Лантев, Ю.С. Клочков, Е.Л. Москвичева, А.Д. Волгина, И.А. Абдуллин, Г.Г. Богатеев // Вестник Казанского технологического университета. 2014. Т. 17. № 9. С. 295-298.
3. Моделирование последовательной схемы формообразования обтяжкой обводообразующих оболочек двойной кривизны минимальной разнотолщинности / В.А. Михеев, Ю.С. Клочков, А.А. Кузина, А.Ф. Гречникова, Д.В. Савин // В сборнике: Самолетостроение России. Проблемы и перспективы Симпозиум с международным участием. Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева (национальный исследовательский университет). 2012. С. 274-276.

Таблица 4. Методы снижения скрытых потерь в «узких» местах производства

Методы для рабочих мест	Планируемый результат от внедрения
Упорядочение (5S)	1. Сокращение трудоемкости выполнения технологических операций и переходов 2. Сокращение длительности выполнения технологических операций и переходов ($t_{цикла}$) 3. Сокращение длительности «не циклических» операций (подготовительно-заготовительных, организационных, обслуживающих, профилактических и т.д.) 4. Сокращение потерь рабочего времени (простои, ожидания задания, поиск и ожидания заготовок и др.)
Быстрая переналадка оборудования (SMED)	1. Сокращение трудоемкости выполнения операций и переходов 2. Сокращение длительности выполнения операций и переходов ($t_{пер}$) 3. Сокращение потерь рабочего времени (простои, ожидания задания, поиск и ожидания заготовок и др.)
Всеобщее обслуживание оборудования (TPM)	1. Сокращение длительности выполнения профилактических и контрольно-диагностических функций 2. Сокращение длительности выполнения экстренного ремонта

4. Разработка модели сертификации продукции на основе QFD / Ю.С. Клочков, А.Д. Волгина, А.А. Карсунцева, Т.С. Селезнева, А.Ю. Газизулина // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. 2013. № 4 (26). С. 111-113.
5. Менеджмент качества продукции на основе соотношения «стоимость-качество» в приложениях / В.В. Рыжаков, М.В. Рыжаков, Ю.С. Клочков, А.О. Холуденева // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. 2013. № 3 (25). С. 251-255.
6. Клочков Ю.С. Совершенствование системы управления качеством продукции на основе развития модели потребительской оценки и анализа самоорганизации процессов: Дис. ... докт. техн. наук. Самара: Самарский государственный аэрокосмический университет, 2012.
7. Управление процессами систем менеджмента качества на предприятиях машиностроения / В.А. Барвинок, Ю.С. Клочков, В.П. Самохвалов, Е.А. Стрельников. Самара, 2012.
8. Выбор кинематической схемы формообразования обтяжкой обводообразующих оболочек сложной пространственной формы / В.А. Михеев, Ю.С. Клочков, А.А. Кузина, А.Ф. Гречникова, Д.В. Савин // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета им. академика С.П. Королёва (национального исследовательского университета). 2012. № 5-1(36). С. 239-245.
9. Методика управления рисками в процессах систем менеджмента качества на примере деятельности аэропорта / В.А. Барвинок, В.П. Самохвалов, Г.А. Кулаков, В.В. Рыжаков, Ю.С. Клочков // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета им. академика С.П. Королёва (национального исследовательского университета). 2012. № 4(35). С. 240-246.
10. Методика повышения эффективности процесса сборки отопителя салона на основе концепции бережливого производства / В.Е. Годлевский, Р.В. Буткевич, Ю.С. Клочков, М.Г. Гиорбелидзе, А.Н. Жадяев, Т.С. Селезнева // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. 2012. № 4(22). С. 147-152.
11. Теоретический анализ и математическое моделирование законов распределения порядковых статистик при малых объемах выборки / А.Н. Плотников, А.Н. Чекмарев, Ю.С. Клочков, А.В. Торгашов, М.Г. Гиорбелидзе, В.В. Волков // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. 2012. № 4 (22). С. 199-204.
12. Клочков Ю.С. Оценка современного потребителя в системе менеджмента качества: примеры, подходы, решения. Монография. М-во образования и науки РФ. Самара: Самарский гос. областной ун-т (Наяновой), 2011.
13. Моделирование последовательной схемы формообразования обтяжкой обводообразующих оболочек двойной кривизны минимальной разнотолщинности / В.А. Михеев, Ю.С. Клочков, А.А. Кузина, А.Ф. Гречникова, Д.В. Савин // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета им. академика С.П. Королёва (национального исследовательского университета). 2012. № 5-1(36). С. 246-252.
14. Клочков Ю.С. Совершенствование системы управления качеством продукции на основе развития модели потребительской оценки и анализа самоорганизации процессов: Автореф. дис. ... докт. техн. наук. Самара: Самарский государственный аэрокосмический университет им. С.П. Королёва, 2011.
15. Гречников Ф.В., Захаров О.В., Королев А.А. Направления повышения производительности и точности контроля сложных поверхностей на координатно-измерительных машинах // XVI международная конференция «Системы проектирования, технологической подготовки производства и управления этапами жизненного цикла промышленного продукта» (CAD/CAM/PDM-2016), 17-19 октября 2016 г. М.: ИПУ им. В.А. Трапезникова РАН.
16. Арышенский В.Ю., Гречникова А.Ф., Ерисов Я.А. Влияние параметров текстуры и структуры на предельное формоизменение обшивочных листов при обтяжке // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета имени академика С.П. Королёва (национального исследовательского университета). 2012. № 2 (33). С. 142-148.
17. Повышение технологичности алюмокомпозитов путем формирования в листах из сплава В95 эффективной кристаллографической текстуры / Ф.В. Гречников, В.В. Антипов, Я.А. Ерисов, А.Ф. Гречникова // Известия высших учебных заведений. Цветная металлургия. 2014. № 6. С. 38-43.
18. Гречников Ф.В., Попов И.П., Ерисов Я.А. Получение алюминиевого сплава АМг10 с ультрамелкозернистой структурой прокаткой по ARB-методу // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2013. Т. 15. № 4-1. С. 165-169.
19. Ерисов Я.А. Исследование анизотропии механических свойств холоднокатанных листов из алюминиевого сплава 8011А // Производство проката. 2016. № 2. С. 45-47.
20. Ерисов Я.А., Гречников Ф.В., Оглодков М.С. Влияние режимов изготовления листов из сплава В-1461 на кристаллографию структуры и анизотропию свойств // Известия высших учебных заведений. Цветная металлургия. 2015. № 6. С. 36-42.

APPROACHES TO INCREASING THE PRODUCTIVITY AND QUALITY OF PRODUCTION PROCESSES OF ENGINEERING ENTERPRISES

© 2017 D.V. Antipov, A.V. Ivashchenko

Samara National Research University named after Academician S.P. Korolyov

The article discusses approaches to increasing productivity and improving the quality of production processes in machine-building enterprises, describes methods for analyzing and improving processes, describes algorithms, sequence and features of application of methods to increase productivity and quality of production processes, determines the relationship between the duration of order passage and the flexibility of engineering industries, also in As an example, the length of development cycles of the design documentation and production.

Keywords: mechanical engineering, production organization, increase of productivity and quality of production processes, hidden losses, system limitations, E.Goldratt theory of constraints of systems, production system of machine-building enterprise.

Dmitry Antipov, Doctor of Technics, Associate Professor, Professor at the Aircraft Production and Quality Management in Mechanical Engineering Department.

E-mail: con-expert@mail.ru

Anton Ivashchenko, Doctor of Technics, Professor at the Information Systems and Technologies Department.

E-mail: anton.ivashenko@gmail.com