

DOI: 10.36622/VSTU.2022.54.75.005

УДК 338.32

МОДЕЛЬ УЧЕТА КОНТРОЛЬНЫХ ТОЧЕК ПРИ ПЛАНИРОВАНИИ ПРОИЗВОДСТВА

Е.М. Сафронова, Л.В. Черненькая

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
Россия, 195251, Санкт-Петербург, Политехническая ул., 29

Введение. Данная статья посвящена решению задачи учета контрольных точек, указывающих на контроль военным представительством, при планировании производства. Производственное предприятие столкнулось с задачей автоматизации своего производственного процесса, для внедрения была выбрана система IC:MES Оперативное управление производством. При доработке системы под нужды заказчика была выделена задача учета контрольных точек, которая осложнялась спецификой производства. Предприятие выпускает продукцию большого размера и веса, поэтому заготовки, участвующие в производственном процессе, не являются легко транспортируемыми. При контроле заготовка остается на оборудовании.

Данные и методы. Представленная в работе математическая модель имеет ряд допущений из-за алгоритма планирования. В частности, алгоритм внедряется в существующую модель распределения времени на интервалах рабочих центров, поэтому время выполнения операции дополняется временем контроля, а на графике предприятия не разделяется контроль и время операции. Для решения задачи предложен алгоритм, позволяющий вычислить необходимое начало и окончание времени контроля, учитывая, когда операция завершилась на оборудовании и график работы военного представителя, который отличается от графика работы предприятия.

Полученные результаты. Апробация предложенного алгоритма проводилась на данных производственного предприятия заказчика, в информационной системе IC:MES Оперативное управление производством, редакция 1.3 (далее IC:MES), что позволило удостовериться в выполнении учета контрольных точек при построении графика и расписания производства.

Заключение. Разработанная модель учета контроля в планировании для внедрения в IC:MES может быть использована на предприятии, позволит устанавливать точки контроля, не давая выполнение операций на занятом под контроль заготовки оборудовании.

Ключевые слова: военное представительство, контрольная точка, планирование, график производства, расписание производства

Для цитирования:

Сафронова Е.М. Модель учета контрольных точек при планировании производства / Е.М. Сафронова, Л.В. Черненькая // Организатор производства. 2022. Т.30. № 1. С. 52-59. DOI: 10.36622/VSTU.2022.54.75.005.

Сведения об авторах:

Елена Михайловна Сафронова (solncuivetr@gmail.com), аспирант, направление подготовки: 06.27.01 Управление в технических системах, Высшая школа киберфизических систем и управления Института компьютерных наук и технологий Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого.

Людмила Васильевна Черненькая (ludmila@qmd.spbstu.ru), доктор технических наук, главный научный сотрудник, профессор Высшей школы киберфизических систем и управления Института компьютерных наук и технологий Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого.

On authors:

Elena M. Safronova (solncuivetr@gmail.com), postgraduate student, direction of training: 06.27.01 Management in Technical Systems, Higher School of Cyberphysical Systems and Management of the Institute of Computer Science and Technology of Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University.

Lyudmila V. Chernenkaya (ludmila@qmd.spbstu.ru), Doctor of Technical Sciences, Chief Researcher, Professor of the Higher School of Cyberphysical Systems and Management of the Institute of Computer Science and Technology of Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University.

MODEL OF ACCOUNTING CONTROL POINTS WHEN PLANNING PRODUCTION

Safronova E.M., Chernenkaya L.V.

Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University
29, Politehnicheskaja ul., Sankt-Peterburg, Russia, 195251

Introduction. This article is devoted to solving the problem of accounting for control points, indicating control by the military representative office, when planning production. The manufacturing enterprise faced the task of automating its production process, the IC: MES system was chosen for implementation. Operational production management. When finalizing the system for the needs of the customer, the task of accounting for control points was allocated, which was complicated by the specifics of production. The enterprise manufactures products of large size and weight, therefore the work pieces involved in the production process are not easily transported. During inspection, the work piece remains on the equipment.

Data and methods. The mathematical model presented in the work has a number of assumptions due to the planning algorithm. In particular, the algorithm is being implemented into the existing model of time distribution on the intervals of work centers, therefore, the operation execution time is supplemented with control time, and control and operation time are not separated on the enterprise graph. To solve the problem, an algorithm is proposed that allows you to calculate the required start and end of the control time, taking into account when the operation was completed on the equipment and the work schedule of the military representative, which differs from the work schedule of the enterprise.

Results. The proposed algorithm was tested on the data of the customer's manufacturing enterprise, in the information system IC: MES Operational production management, revision 1.3 (hereinafter IC: MES), which made it possible to make sure that control points were taken into account when constructing a schedule and production schedule.

Conclusion. The developed model of accounting control in planning for implementation in IC: MES can be used at the enterprise, it will allow to establish control points, prevent operations on the equipment occupied under control of the procurement.

Keywords: military mission, control point, scheduling, production schedule, production schedule

For citation:

Safronova E.M. Control point accounting model in production planning / E.M. Safronova, L.V. Chernenkaya // Production Organizer. 2022. Vol. 30. No. 1. Pp. 52-59. DOI: 10.36622/VSTU.2022.54.75.005.

Введение

В настоящее время, в России, насчитывается около 1355 предприятий, которые выполняют разработку, выпуск, хранение, постановку на вооружение военной и специальной техники, амунции, боеприпасов для государственных силовых структур. Совокупность производств, научно-исследовательских институтов, испытательных организаций, выполняющих гособоронзаказ, называется оборонно-промышленным комплексом (ОПК). Утверждением государственного оборонного заказа занимается правительство Российской Федерации, после того, как Президент Российской Федерации утвердит бюджет на следующий финансовый год и плановый период. Военно-промышленная комиссия Российской Федерации контролирует соблюдение государственной политики в сфере безопасности, военно-

технического обеспечения обороны, оборонно-промышленного комплекса [1].

Российские предприятия поставляют 53% продукции не только стране, но и на экспорт. В связи с постановлением Правительства РФ от 11.08.1995 N 804 «О военных представительствах Министерства обороны Российской Федерации», для того, чтобы качество продукции соответствовало всем критериям силовых структур на предприятиях, входящих в ОПК, должны присутствовать военные представительства Министерства обороны Российской Федерации. Представительства являются независимыми от ведомственной подчиненности и организационно-правовых форм [2]. Если в организации или предприятии отсутствует военное представительство, то Министерство обороны РФ направляет в них своих представителей, которые так же осуществляют контроль и приемку продукции, осуществляемой по гособо-

ронзаказу. Военные представительства определяют перечень номенклатуры, полуфабрикатов и технологических операций, подлежащих обязательному контролю и приемке [3]. Также военные представительства вправе контролировать качество военной продукции и ее соответствие технической документации на любом этапе разработки, производства, сервисного обслуживания, ремонта, модернизации и утилизации этой продукции, проводить проверку измерительных приборов и всей технической документации, проводить испытания продукции и ее составляющих. Представители обязаны выдавать заключение о цене выпускаемой продукции по государственным контрактам [4].

Производственное предприятие, для которого разрабатывался алгоритм учета контрольных точек, при планировании производства, является крупнейшим российским производителем поковки для различных производств. Поковка – это металлургическая заготовка, полуфабрикат или промежуточная заготовка. Поковка изготавливается из прочных марок стали и имеет схожесть по размеру и форме с будущей деталью или изделием. На предприятии производится продукция имеющая большие габариты: ширина может достигать 100 метров; вес до 300 тонн, а диаметр может достигать 5 метров. Детали изготавливаются для различных видов производств, таких как: машиностроение, металлургия, судостроение, атомные электростанции, нефтехимическое производство, энергомашиностроение. Для атомной отрасли производятся: обечайки; контейнеры для отработанного ядерного топлива; фланцы; корпуса и многое другое. Для энергомашиностроения производится различные валы роторов, генераторов, турбин. Для судостроительной отрасли предприятие может предложить заготовки корпуса, труб подъемно-мачтовых устройств, цилиндры, баллеры руля. Поковки для металлургического и горнодобывающего производства оборудования представляют собой штамповые заготовки: пуансоны, бабы, а также трубные заготовки, заготовки прокатных валков, ковочных вальцов, кокили для центробежного литья труб. Для машиностроительной области предприятие выпускает поковки для станкостроения, автомобильной, бумажной промышленности, поковки каландровых валов, валы для цементной промышленности, валы кованные, с уступами и гладкие, заготовки для горно-дробильного оборудования. Так же предприятие производит различные марки спецстали, с повышенными характеристиками прочности и надежности [5].

На производстве стоит система «SAP», в которой хранится вся нормативно-справочная

информация. Система «SAP» зарекомендовала себя как надежная, быстрая и решающая поставленные задачи система. В связи с законом об импортозамещении программного обеспечения, с 2015 года в России идет переход от зарубежных информационных систем на отечественные разработки. Это связано с тем, что производственные предприятия критически зависят от поставок зарубежного промышленного программного обеспечения. Поэтому, руководством предприятия было принято решение о поиске информационной системы, удовлетворяющей требованиям производства. Такой системой оказалась «1С:МЕС Оперативное управление производством». Данная система специализируется на построении графиков производства, планировании расписания, позволяет вести учет факта выполнения операций и различных состояний, на основе планирования создавать сменно-суточные задания, а также имеет отдельную форму для терминалов. Благодаря платформе «1С», на которой базируется 1С:МЕС и бухгалтерия предприятия, стало возможной интеграция расчетного отдела с производством. Благодаря гибкой платформе в 1С:МЕС удалось реализовать весь дополнительный функционал, такой как: распределение полуфабрикатов по садкам, для сокращения затрат по работе печей и сокращении времени производства повок. Учет при планировании совместных или обязательно отдельных садков. Одной из важных задач, наряду с формированием садков для печей, была организация учета и контроля представителями Министерства обороны РФ различных стадий готовности выпускаемой продукции.

Постановка задачи

На предприятии, в котором внедрялась информационная система 1С:МЕС для проведения мероприятий по контролю качества выпускаемой продукции военным представительством, устанавливаются контрольные точки.

Контрольная точка – это определяемая соответствующим документом процедура, результаты выполнения и контроля которой должны предъявляться уполномоченному сотруднику военного представительства. Контрольные точки указывает цеховой технолог при формировании маршрутного ярлыка на основании плана качества.

Контрольные точки бывают нескольких видов, описанных ниже. Алгоритм работы системы в зависимости от вида:

3. Точка остановки «Hold point» (HP) – закладывается буфер для соответствующей операции, равный 8 часам рабочего времени. Так как, военные представительства организуют свою работу с учетом правил внутреннего распо-

рядка, установленного в организациях, военный представитель работает с 8:00 до 17:00, поэтому точка контроля должна начаться не позже 9:00 утра. Если операция, после которой должна начаться контрольная точка закончится раньше 8:00 утра, то представитель все равно сможет приступить к проверке только с начала своего рабочего дня. То есть, если операция закончилась 07.12.2020 в 16:35, то начало контроля все равно будет с 08.12.2020 8:00. Так как на предприятии изготавливаются изделия, имеющие вес свыше 100 тонн, деталь до окончания проверки остается на оборудовании. Рабочий центр, назначенный на выполнение операции, для которой указана контрольная точка, занят в период с начала выполнения операции до даты завершения контрольной точки.

Для проведения контрольной точки в сменно-суточном задании будет формироваться отдельная производственная операция.

2. Точка освидетельствования «Witness Point» (WP) – операции выполняются как обычно по порядку маршрутной карты.

3. Точка освидетельствования по документам «Witness Point (Report)» (WP (R)) – операции выполняются как обычно по порядку маршрутной карты.

В системе предполагается создание контрольных точек на вкладке «Операции» маршрутной карты (МК) с помощью кнопки «Указать контрольную точку». Создавать или изменять параметры контрольных точек можно в следующих статусах маршрутной карты:

- «Формируется»;
- «Сформирована»;
- «К выполнению»;
- «Выполняется» и «Остановлена», но при этом для соответствующей технологической операции не должно быть документа, отражающего непосредственную работу по операции (документ «Производственная операция») в любых статусах, кроме «Создана».

Маршрутные карты в графическом виде дают представление о последовательности всех операций, включая перемещение материалов и их ожидание. Очередность планирования вычисляется путем определения суммарного задействованного времени на операции в рамках маршрутной карты, суммарного затраченного времени на ветку дерева и определения самой длинной по времени реализации ветки и начальной маршрутной карты в рамках этого дерева. Иными словами, вычисляют дерево номенклатур, из-за того, что оно может быть ветвистым, выбирают самую длинную ветвь в дереве и маршрутную карту, которая должна быть 55-уровневыми самой первой для выполнения всей

ветви, то есть алгоритм построения дерева идет сверху вниз, а алгоритм выбора маршрутной карты для планирования идет снизу-вверх [6-8]. При каждом планировании очередной маршрутной карты она исключается из расчета суммарного времени, затраченного на выполнение ветви дерева. Таким образом, сначала планируются независимые друг от друга маршрутные карты, после чего планируют маршрутные карты, зависящие от предыдущих. Такой подход работает в прямом планировании. В обратном планировании схема немного меняется. После подсчета ветвей дерева также выбирают самую длинную и планируют последнюю маршрутную карту, которая ближе к вершине дерева («родителю») и так до тех пор, пока не распланируют все до входящих 55-уровневых карт, тем самым система узнает, когда стоит начать производство, чтобы выполнить заказ до определенной даты.

Учет контрольных точек в планировании

Несмотря на то, что военный представитель работает с 8:00 до 17:00, предприятие выполняет свою работу в 3 смены, то есть производство работает 24 часа 7 дней в неделю. Так как в планировании учет операций происходит последовательно, а интервалы подбираются по всему доступному времени работы оборудования, без доработки системы с учетом проверки на время работы представителя и, при необходимости, отступа от окончания выполнения операции, было невозможно реализовать необходимый функционал [9].

При установке контрольной точки в маршрутной карте создается документ «Контрольная точка», в котором выбирается тип контрольной точки для операции. После проведения документа в служебном регистре заполняется информация о точке контроля, маршрутной карте и идентификаторе операции. Это необходимо для более удобного и быстрого поиска информации при сборе данных для планирования [10].

В системе существует два вида планирования: верхний, показывающий примерную дату выполнения заказа и нижний – точное определение времени выполнения заказа по рабочим центрам.

В алгоритме графика и расписания производства в качестве данных для планирования берется отобранный список заказов, маршрутных карт, затем для каждой операции берется информация о времени выполнения, количестве, рабочем центре или группе заменяемости и точка контроля НР, если на операцию создан документ с таким видом контроля [11,12].

Так как алгоритм расчета времени контроля происходит после расчета основного времени выполнения операции, то необходимо учитывать, что остаток времени партии должен быть равен нулю (1) – это первое и одно из важных ограничений.

$$t_{п_0} = 0 \quad (1)$$

где $t_{п_0}$ – остаток времени партии.

Следующие два ограничения не позволят алгоритму отработать, если у операции нет точки НР и планирование не прямое, а обратное. Функционал обратного планирования в 1С:MES еще не реализован в полной мере, поэтому он не учитывается в данном алгоритме. Но при инверсии частей, связанных с прибавлением времени, можно в дальнейшем его использовать.

Алгоритмы планирования в системе работают с датами и временем, поэтому было очень важно сделать алгоритм универсальным, учитывая неопределенность переменных. Интервалы разбиты в рамках дня (начало и окончание интервала будут расположено в один день), но могут быть поделены по сменам.

Сначала необходимо вычислить текущий интервал, на котором уже расположился остаток партии. Поэтому было решено ввести переменные, в которых хранились бы базовые расчеты:

$t_{нт_{нрц}}$ – дата начала дня, когда начинается последний интервал партии на рабочем центре, где время равно 0;

t_8 – день, когда начался последний интервал партии, где время равно 8:00;

$t_{с_{нр}}$ – разница в секундах между датой и временем начала последнего интервала и датой начала дня начала последнего интервала партии;

$t_{o_{торц}}$ – переменная хранит в себе только дату начала дня окончания последнего интервала рабочего центра, где время равно 0;

t_9 – день, когда начался последний интервал партии, где время равно 9:00;

$t_{с_{оп}}$ – разница в секундах между датой и временем окончания последнего интервала и датой начала дня окончания последнего интервала партии;

$t_{нт_{тоо}}$ – переменная хранит в себе только дату начала дня окончания выполнения партии на рабочем центре, где время равно 0;

$t_{с_{оо}}$ – разница в секундах между датой и временем окончания выполнения партии и датой начала дня окончания выполнения партии;

$t_{с_{ооор}}$ – разница в секундах между датой и временем окончания последнего интервала и датой, и временем окончания выполнения партии;

$t_{нрц}$ – начало последнего интервала партии на рабочем центре;

$t_{орц}$ – окончание последнего интервала партии на рабочем центре;

$t_{оо}$ – дата и время окончания выполнения партии;

$t_{с_к}$ – остаток времени выполнения контроля;

$t_{нк}$ – дата и время начала контроля.

Для последующих расчетов необходимо было вычислить 8 часов от начала последнего интервала партии (2) и 9 часов (3), добавляемое время в секундах к дате начала дня 2800 и 32400 соответственно.

$$t_8 = t_{нт_{нрц}} + 28800 \quad (2)$$

$$t_9 = t_{нт_{нрц}} + 32400 \quad (3)$$

Необходимо установить разницу в секундах между началом дня и началом, и окончанием интервала (4), (5). А потом найти разницу в секундах между окончанием партии и началом дня (6).

$$t_{с_{нр}} = t_{нрц} - t_{нт_{нрц}} \quad (4)$$

$$t_{с_{оп}} = t_{орц} - t_{o_{торц}} \quad (5)$$

$$t_{с_{оо}} = t_{оо} - t_{нт_{тоо}} \quad (6)$$

Для того, чтобы не изменять весь алгоритм учета интервалов рабочего центра, было принято решение учитывать разницу между окончанием выполнения операции и окончанием интервала рабочего центра (7).

$$t_{с_{ооор}} = t_{орц} - t_{оо} \quad (7)$$

Это были подготовительные вычисления, перед проверкой на то, настоящим временем выполнения или нет будет заполняться следующий интервал. Была введена переменная, показывающая, было ли уже изменение времени выполнения партии, если, да и это уже не настоящее время, тогда следует понять, является ли начало интервала равным или меньше 9:00 часов, если нет, то остаток времени партии становится равным 1 (8), а значит данный интервал полностью занимается простоем оборудования и алгоритм переходит к поиску нового интервала.

$$t_{с_{нр}} > t_9 \rightarrow t_{с_к} = 1 \quad (8)$$

Если начало интервала меньше или равно 9:00 и меньше или равно 8:00 тогда вычисляется сколько свободного времени в интервале с 8:00 до окончания интервала (9), если больше 8:00 тогда свободное время для контроля высчитывается путем разницы окончания интервала и начала интервала (10). Так как первым 5брове-ряется попадает ли 9:00 в найденный интервал, то при проверке на 8:00 при любом исходе с интервалом можно работать, остается только вычислить свободное время. Затем в рамках

условия на меньше или равно 9:00 рассчитывается остаточное время выполнения контроля, которое необходимо будет разместить на следующем найденном интервале (11).

$$\begin{cases} t_{\text{снр}} \leq t_9 \\ t_{\text{снр}} \leq t_8 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} t_{\text{своор}} = t_{\text{орц}} - t_8 \\ t_{\text{нк}} = t_8 \\ t_{\text{ск}} = t_8 - t_{\text{срц}} \end{cases} \quad (9)$$

$$\begin{cases} t_{\text{снр}} \leq t_9 \\ t_{\text{снр}} > t_8 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} t_{\text{своор}} = t_{\text{орц}} - t_{\text{нрц}} \\ t_{\text{нк}} = t_{\text{нрц}} \\ t_{\text{ск}} = t_8 - t_{\text{срц}} \end{cases} \quad (10)$$

$$t_{\text{ск}} < 0 \rightarrow \begin{cases} t_{\text{оо}} = t_{\text{нк}} + t_8 \\ t_{\text{ск}} = 0 \end{cases} \quad (11)$$

В момент расчета интервалов рабочего центра для партии, расписание доступности оборудования не доступно для расчета по другим операциям, поэтому в алгоритме нет проверок на многопользовательский режим [13]. Так же, на предприятии оборудование работает сутками, у самой операции присутствует знак непрерывности, поэтому, если следующий интервал не будет пустым и нарушится непрерывность, то алгоритм начнет заново расчет времени выполнения самой партии и точки контроля [14].

Если окончание интервала равно окончанию дня или больше времени, необходимого на контрольную точку НР, в размере 8 часов, а значит окончание интервала больше 17:00, то необходимо было учесть окончание контроля так, чтобы освободить остаток свободного времени оборудования начиная с окончания контроля.

Следующее условие позволило учесть текущий интервал, на котором закончилась партия. Если текущая партия успела закончиться в период с 8:00 до 9:00 и интервал рабочего центра еще не закончился – это означает, что часть контроля или весь контроль можно разместить на этом же интервале, занятом под партию (12). Если данное условие не обрабатывает, то остается последний вариант. Он означает, что интервал не закончился, но окончание лежит до или после периода с 8:00 до 9:00, тогда остаток времени партии так же становится равным 1 и поиск интервалов продолжается (13).

$$\begin{cases} t_8 \leq t_{\text{сво}} \\ t_{\text{сво}} \leq t_9 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} t_{\text{ск}} = t_8 - t_{\text{срц}} \\ t_{\text{нк}} = t_{\text{нрц}} + t_{\text{ск}} \end{cases} \quad (12)$$

$$t_{\text{ск}} = 1 \quad (13)$$

В данном алгоритме можно использовать остаток времени партии равным единицы, так как до проверки на точку контроля в этом же проходе по интервалу система только что рассчитала настоящий остаток времени и интервал размещения. В системе установлено условия на

продолжение поиска и расчета времени, если остаток больше нуля [15,16].

Заключение

Таким образом, использование разработанного алгоритма позволяет учитывать контрольные точки, установленные для проверки военным представительством изготавливаемой продукции.

Алгоритм используется после планирования основного времени выполнения операции, подстраиваясь под типовой механизм работы с временем и интервалами доступности рабочего центра. Это означает, что при проверке необходимости расчета интервала контроля военным представителем, алгоритм устанавливает дополнительное время для типового механизма, если оставшееся время интервала доступности оборудования не удовлетворяет критериям подбора.

При решении задачи необходимо было учесть график работы военного представительства. Представитель, присутствующий на производстве, работает с 8:00 до 17:00. Это означает, что разрабатываемый алгоритм должен был определить интервал в рамках времени работы представителя, а рабочий центр, на котором выполнялась операция, сделать недоступным в период не только выполнения операции, но и ожидания проверки полуфабриката и самого контроля.

Разработанная модификация системы была использована в типовом решении 1С:МЕС, которое дорабатывалось в рамках проекта по автоматизации производственного предприятия, занимающегося выпуском продукции для Министерства обороны Российской Федерации.

Библиографический список

1. О военных представительствах Министерства обороны Российской Федерации [Текст]: постановлением Правительства Российской Федерации от 11.08.1995 г. №804 // Собрании законодательства РФ. - 1999. - № 22. - Ст. 2766.
2. Об утверждении Инструкции по организации деятельности военных представительств Министерства обороны Российской Федерации [Текст]: Приказ Минобороны РФ от 8 декабря 2011 г. № 2424 // Министр обороны Российской Федерации А. Сердюков. Приложение к приказу Минобороны РФ от 8 декабря 2011 г. № 2424.
3. ГОСТ РВ 0015–002 (ГОСТ РВ 0015-002-XXXX или ГОСТ РВ 0015-002-2019) «Система разработки и постановки на производство военной техники. Системы менеджмента качества. Требования».

4. Об утверждении Положения об осуществлении федеральными органами исполнительной власти военно-технического сопровождения и контроля разработки, производства и поставок продукции военного назначения [Текст]: Правительства Российской Федерации от 2 октября 1999 г. № 1109 // Собрание законодательства Российской Федерации. – 1999. - № 41. - Ст. 4927; 2011. - № 37. - Ст. 5242; 2015. - № 11. - Ст. 1613.

5. <http://omz-specialsteel.com/company/> - официальный сайт ООО «ОМЗ-Спецсталь».

6. Ferrero U. Pisani L. Scopelliti From the Foundry to the Model: A fully automated system for onwafer MESFET characterization // GAAS 90 Conference Proceedings, Roma, Aprile 1990. P. 320-326.

7. Krishnan M., Chinnusamy T.R., Karthikeyan T. Performance Study of Flexible Manufacturing System Scheduling Using Dispatching Rules in Dynamic Environment, *Procedia Engineering*, 38, 2793–2798, 2012.

8. Lee K., Leung J. Y-T., Jia Z.-H., Li W., Pinedo M. L., Lin B.M.T., Fast approximation algorithms for bi-criteria scheduling with machine assignment costs, *European Journal of Operational Research*, 238, 54–64, 2014.

9. Hoogeveen H., Multicriteria scheduling, *European Journal of Operational Research*, 167, 3, 592–623, 2005.

10. Ivanov D., Sokolov B., Dolgui A. Multi-stage supply chain scheduling with non-preemptive

continuous operations and execution control, *International Journal of Production Research*, 52:13, p. 4059-4077, 2014.

11. Józefowska J., Zimniak A., Optimization tool for short-term production planning and scheduling, *International Journal of Production Economics*, 112, 1, p. 109–120, 2008.

12. Свиных Е.А. Правовое регулирование деятельности военных представительств по контролю качества военной продукции, поставляемой по государственному оборонному заказу // *Право в Вооруженных Силах*. 2013. № 9. С. 20 - 26

13. Osipov, V. I., Gorbunkova, A. O., & Chekaldaeva, Iu. A. Management accounting and control of manufactured products. In *Problems of modern economics Materials of the IV International Scientific Conference* p. 65-69, 2015.

14. Sukhova, N. A., Zaikina, A. N. Features management of quality control of the enterprise. *Economics of quality control management products of the enterprise. Collection of scientific papers*. Publisher, GOU VPO "Ufa State Aviation Technical University", 2016.

15. Gudkov, K. V., & Gudkova, E. A. Analysis of the structure of the information system of manufactured product quality control. *Modern information technology*, 18, 68-74, 2013.

16. Eskerova, Z. A. The main tools in the arsenal of statistical methods of product quality control. *Bulletin of KarSU*, 90, 2012.

Поступила в редакцию – 11 января 2022 г.

Принята в печать – 21 января 2022 г.

Bibliography

1. Avdoshin S.M. Sinergeticheskie organizatsii v ekonomike KhKhI veka / S.M. Avdoshin // *Izvestiya AIN im About military representations of the Ministry of Defense of the Russian Federation* [Text]: Decree of the Government of the Russian Federation of 11.08.1995 No. 804 // *Collection of Legislation of the Russian Federation*. - 1999. - No. 22. - Article 2766.

2. On approval of the Instructions on the organization of the activities of military missions of the Ministry of Defense of the Russian Federation [Text]: Order of the Ministry of Defense of the Russian Federation No. 2424 of December 8, 2011 // *Minister of Defense of the Russian Federation A. Serdyukov. Appendix to the Order of the Ministry of Defense of the Russian Federation dated December 8, 2011 No. 2424*.

3. GOST RV 0015-002 (GOST RV 0015-002-XXXX or GOST RV 0015-002-2019) "System of development and production of military equipment. Quality management systems. Requirements".

4. On approval of the Regulations on the implementation by federal executive bodies of military-technical support and control of the Development, production and supply of military products [Text]: Government of the Russian Federation No. 1109 of October 2, 1999 // *Collection of Legislation of the Russian Federation*. - 1999. - No. 41. - St. 4927; 2011. - № 37. - St. 5242; 2015. - № 11. - Article 1613.

5. <http://omz-specialsteel.com/company> official website ООО "OMZ-special steels".

6. Ferrero, U. Pisani, L. Scopelliti From the foundry to the model: a fully automated system for determining characteristics on the basis of semiconductor transistors // *Materials of the conference GAAS 90, Roma, April 1990, Pp. 320-326*.

7. Krishnan M, Chinnusamy T. R., Karthikeyan, T. study of the efficiency of planning of flexible manufacturing system using dispatching rules in a dynamic environment, *Procedia Engineering*, 38, 2793-2798, 2012.
8. Lee K., Leung J. And-T., Jia, Z.-H., Lee, W., Pinedo, M. L., Lin, B. M. T., a fast approximation Algorithms for two-criteria scheduling with machine cost of appointment, *European journal of operational research*, 238, 54-64, 2014.
9. Hogeveen H., Multicriteria scheduling, *European journal of operational research*, 167, 3, 592-623, 2005.
10. Ivanov D., Sokolov B., Long, A. multi-stage supply chain planning with continuous operations and non-preemptive monitoring, *international journal of production research*, 52: 13, p. 4059-4077, 2014.
11. Yuzefovskaya J., Zimnyak A., Optimization tool for short-term production planning and scheduling, *International Journal of Production Economics*, 112, 1, pp. 109-120, 2008.
12. Svininykh E.A. Legal regulation of the activities of military missions for quality control of military products supplied under the state defense order // *Law in the Armed Forces*. 2013. No. 9. pp. 20-26
13. Osipov V. I., Gorbunkova A. O., Chekaldaeva Yu. A. Management accounting and control of products. In the problems of modern economy *Materials of the IV International Scientific Conference* pp. 65-69, 2015.
14. Sukhova, N. A., Zaikina, A. N. Features of enterprise quality control management / N.A. Sukhova. *Economics of managing the quality control of the company's products*. Collection of scientific papers. Publishing House, Ufa State Aviation Technical University, 2016.
15. Gudkov K. V., Gudkova E. A. Analysis of the structure of the information system for quality control of manufactured products. *Modern Information Technologies*, 18, 68-74, 2013.
16. Eskerova, Z. A. Basic tools in the arsenal of statistical methods of product quality control / Z. A. Eskerova. *Bulletin of KarSU*, 90, 2012.

Received – 11 January 2022

Accepted for publication – 21 January 2022