

УДК 681.322

**Я.В. ИЛЮШКО***Национальный аэрокосмический университет им Н.Е. Жуковского "ХАИ", Украина*

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ ВРЕМЕНЕМ СОЗДАНИЯ ПРОЕКТОВ АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ

*Рассмотрены зависимости проектных действий от времени их выполнения. Проведен анализ диаграмм Ганта при последовательном, параллельном и смешанном представлении проектных действий. Разработан метод построения сложного технологического алгоритма, состоящего из частных алгоритмов, представленных в виде регулярных схем алгоритмов. Предложен метод управления временем создания проекта на различных уровнях иерархии проекта, который реализуется путем решения системных уравнений баланса фактической и эталонной моделей времени выполнения проектных действий. В случае рассогласований моделей равных нулю, проектные действия считаются выполненными в соответствии с тактико-техническим заданием.*

**Ключевые слова:** проектное действие, технологический алгоритм, управление проектом, диаграмма Ганта, управление временем проекта.

### Постановка задачи

Управление временем создания проекта является важным критерием эффективности управления проектами. Синтез и анализ пространственно-временных моделей создания проектов позволяет решить задачи оптимального управления временем проектирования. Данная статья посвящена рассмотрению моделей и методам управления временем создания проектов.

Процесс проектирования состоит из элементарных актов проектирования, единичный из которых назовем проектным действием  $ПД_i$ , которое является функцией от субъекта проектирования  $k_i$ , времени проектирования  $t_i$ , ресурсов для выполнения простого действия  $p_i$ , стоимости проектирования  $c_i$

$$ПД_i = f(k_i, t_i, p_i, c_i).$$

В данной статье рассмотрены зависимости проектных действий от времени их выполнения.

### Решение задачи

Проектное действие  $ПД_i$  по созданию средств авиационной техники определяется временем его выполнения, т.е. временем  $t_i$ . Очевидно, что в зависимости от содержания работ по проведению  $ПД_i$  эти времена будут различаться. Проектные действия  $ПД_i$  могут выполняться одним исполнителем либо коллективом исполнителей на одном либо нескольких рабочих местах с учетом специализированного

оборудования  $Об_i$ . Проектные действия могут быть независимыми друг от друга, либо зависимыми, когда результат одного  $ПД_i$  является исходным для другого  $ПД_i$ . Существует понятие процесса проектирования либо технологического процесса изготовления элемента  $Е_i$  средств авиационной техники, который определяет последовательность  $ПД_i$ , проектных действий или технологических операций  $ТО_i$ , для достижения  $ТТХ_i$  проектных решений. Назовем эту последовательность технологическим алгоритмом  $T_i$ . Технологические алгоритмы могут быть простыми – это линейная последовательность  $ТО_i$ , параллельными – это одновременное выполнение  $ТО_i$  либо сложными – последовательно-параллельное выполнение  $ТО_i$ . Последовательность выполнения  $ТО_i$  в технологическом алгоритме может быть безусловной либо иметь разветвления в зависимости от какого-либо условия  $X_k$  внешнего или внутреннего. Разветвление в  $T_i$  может находиться в направлении развития алгоритма (это называется  $X$  - дизъюнкцией) либо связано с возвратом и выполнением предыдущих технологических операций (это называется  $X$  - итерацией либо циклом).

В общем случае, при проектировании и производстве средств авиационной техники, процессы проектирования и технологические процессы производства имеют сложный характер – с последовательно-параллельным представлением и с условными переходами.

Для формализации описания событий на временной оси обычно используют диаграмму Ганта. В связи с этим, линейный технологический алгоритм либо процесс проектирования можем представить в виде (рис. 1),

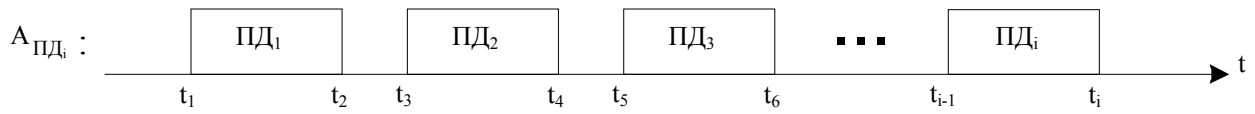


Рис. 1. Последовательное представление проектных действий

где трудоемкость  $PD_1=t_2-t_1, \dots, PD_i=t_i-t_{i-1}$ , а суммарная трудоемкость:

$$A_{PD} = \sum_{i=1}^n (t_n - t_{n-1}). \quad (1)$$

Параллельный процесс представим в виде (рис.2), где трудоемкость  $PD_1=t_2-t_1, \dots, PD_i=t_i-t_0$ , а суммарная трудоемкость:

$$A_{PD} = \max PD_i. \quad (2)$$

Сложный (последовательно-параллельный) процесс будет иметь вид, представленный на рис. 3.

На диаграмме Ганта видно, что проектные действия  $PD_1$  и  $PD_8, PD_3, PD_6, PD_{10}$  и  $PD_{16}$  совпадают по времени. Очевидно, что если они выполняются одним исполнителем или на одном и том же оборудовании, то их нужно разнести во времени и пространстве оборудования, либо перепланировать другим исполнителям, либо ввести еще одну единицу оборудования.

Отсюда возникает задача оптимизации распре-

деления проектных действий в пространстве исполнителей, оборудования и во времени. Эта задача решается методами целочисленного программирования, теории расписаний, теории циклических процессов, методами массового обслуживания. Эти методы не учитывают реальные ограничения и поэтому не используются при создании сложной техники.

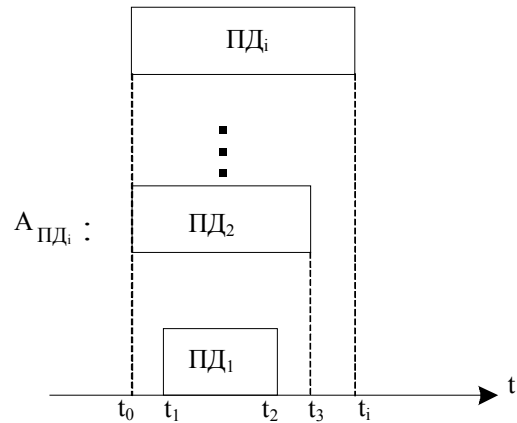


Рис. 2. Параллельное представление проектных действий

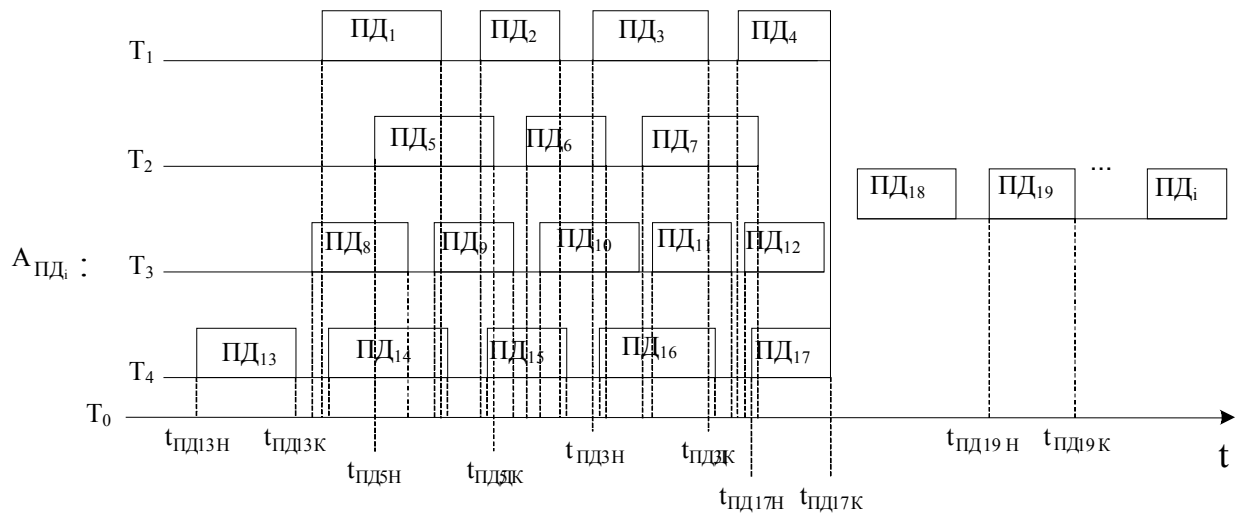


Рис. 3. Сложное представление проектных действий

Предлагается использовать метод имитационного моделирования для рационального распределения проектных действий  $ПД_i$  при создании изделий авиационной техники (АТ), основанный на методе минимизации групповых действий при построении эталонной временной модели событий в организационной системе управления проектами АТ. Суть метода заключается в следующем:

1. С помощью имитационного моделирования строится диаграмма Ганта сложного технологического алгоритма проектирования (производства), состоящего из частных алгоритмов  $T_i$ . Анализируем  $ПД_i$  каждого частного алгоритма  $T_i$ . Выбираем частный алгоритм  $T_{i\max}$ , в котором содержится наибольшее количество неповторяющихся  $ПД_i$ . Выделяем его в первый ранг. Аналогично анализируем оставшиеся частные алгоритмы  $T_i$  по принципу разнообразия и количеству  $ПД_i$  и выбираем  $T_i$  второго ранга. Выстраиваем все частные  $T_i$  по рангам.

2. Выбираем первых два  $T_1$  и  $T_2$  из множества технологических алгоритмов с высшим рангом и производим их анализ на предмет совпадения одинаковых  $ПД_i$  на одном оборудовании и с одним исполнителем. Если совпадений нет, то на временной оси  $t$ , в соответствии с трудоемкостями  $ПД_i$ , рассчитываем директивное (эталонное) время для каждого  $ПД_i$ , входящего в  $T_i$ , что и будет расписанием для  $ПД_i$ , входящей в каждый  $T_i$ .

3. В случае появления совпадений  $ПД_i$ , производим их сдвиг во времени влево или вправо на разницу времени соответствующей  $\Delta t = t_{ПД_{iК}} - t_{ПД_{iН}}$ .

4. Проверим все  $ПД_i$  на наличие совпадений по диаграмме Ганта и произведем сдвиг как указано в п.3. Получим рациональное расписание для  $ПД_i$  по двум частным алгоритмам  $T_1$  и  $T_2$ .

5. Проведем аналогичные действия с третьим алгоритмом  $T_3$  в соответствующем ранге для частных алгоритмов и зафиксируем начало для  $T_3$  на временной оси. Получим расписание для  $ПД_i$  третьего алгоритма.

6. Повторяя последовательно п.5 для всех остальных частных алгоритмов получим расписание для всех частных алгоритмов  $T_i$ , входящих в сложный параллельно-последовательный алгоритм проектирования или изготовления группы  $ПД_i$ .

7. Используя предложенный метод можно построить расписание для групп  $Gr$ , подсистем  $UnSys$ , систем  $Sys$  и метасистем  $MetSys$  любого ранга.

Таким же образом производим построение эталонной (плановой) модели проектных действий. Из теории управления известно, что управление будет эффективным и устойчивым, если время воздействия на объект управления  $t_{воз}$  будет не менее, чем

на порядок меньше времени реакции  $t_{реак}$  системы на это воздействие  $t_{воз} \ll t_{реак}$ . Таким образом, дискрета времени для проверки события в организационном управлении проектом или программой должны быть на порядок меньше самой минимальной по времени трудоемкости  $ПД_i$ :  $t_{К} \ll t_{ПД_i\min}$ .

Отсюда следует, что для управления временем проекта необходимо рационально построить плановую (эталонную) временную модель системы проектных действий на временной оси выполняемого проекта и, зафиксировать при этом начало и конец событий, связанных с проектными действиями  $ПД_{iН}$  и  $ПД_{iК}$ . Затем через время  $t_{К} \ll t_{ПД_i\min}$  произвести контроль факта состоявшегося события  $ПД_i$  с его фактическими параметрами  $t_{фПД_i} - t_{эПД_i} = \Delta t_{ПД_i}$ , которые должны соответствовать ТТТ технического задания. Если в заданное время  $t_{К}$  событие  $ПД_i$  состоялось и  $\Delta t_{ПД_i} \leq |\Delta t_{ТТТ\ ПД_i}|$ , то будем считать, что управление временем  $ПД_i$  произведено качественно. Если  $\Delta t_{ПД_i} > |\Delta t_{ТТТ\ ПД_i}|$ , то необходимо произвести перепланирование  $ПД_i$ . На элементарном уровне, уравнение управления временем  $ПД_i$  будет иметь вид:

$$t_{фПД_i} - t_{эПД_i} - \Delta t_{ПД_i} = \Delta t_{ПД_i} - \Delta t_{ТТТ\ ПД_i} \leq |\Delta t_{ТТТ\ ПД_i}|.$$

## Выводы

Исследование моделей управления временем выполнения проектных действий позволило разработать рациональный метод управления временем создания проекта на различных уровнях иерархии проекта. Произведя формализованное представление процессов проектирования в виде регулярных схем системных моделей (РССМ), получили фактическую и эталонную системные модели проектов. Решив системное уравнение баланса фактической и эталонной моделей с нулевым допуском, получили качественное управление временем проекта.

## Литература

1. Илюшко, В.М. Системное моделирование в управлении проектами [Текст]: моногр. / В.М. Илюшко, М.А. Латкин; Нац. аэрокосм. ун-т им. Н.Е. Жуковского «Харьк. авиац. ин-т». – Х.: ХАИ, 2010. – 220 с.
2. Илюшко, В.М. Методы и модели создания метасистем [Текст]: дис. ... д-ра техн. наук: 05.13.06; защищена 26.06.1998; утв. 12.01.99 / Илюшко Виктор Михайлович. – Х., 1998. – 451 с.

Поступила в редакцію 3.10.2012

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. зав. каф. інформаційних технологій проектування ЛА Е.А. Дружинин, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «Харьковский авиационный институт», Харьков, Украина.

## ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ УПРАВЛІННЯ ЧАСОМ СТВОРЕННЯ ПРОЕКТІВ АВІАЦІЙНОЇ ТЕХНІКИ

*Я.В. Ілюшко*

Розглянуто залежності проектних дій від часу їх виконання. Зроблено аналіз діаграм Ганта за застосуванням послідовного, паралельного і змішаного представлення проектних дій. Розроблено метод будівництва складного технологічного алгоритму з приватних алгоритмів, що представлені у вигляді регулярних схем системних моделей. Запропоновано метод управління часом створення проекту на різних рівнях ієрархії проекту, який реалізується шляхом вирішення системних рівнянь балансу фактичної та еталонної моделей часу виконання проектних дій. У разі розузгоджень моделей рівних нулю, проектні дії вважаються виконаними згідно з тактико-технічним завданням.

**Ключові слова:** проектна дія, технологічний алгоритм, управління проектом, діаграма Ганта, управління часом проекту.

## INVESTIGATION TIME MANAGEMENT OF PROJECT AIRCRAFT

*Ya.V. Pyushko*

The dependences of the project activities from the time of their execution. The analysis of the Gantt chart in series, parallel and mixed representation of project activities. A method for constructing the complex process of the algorithm, which consists of private algorithms presented in the form of regular schemes of algorithms. A method of creating a project and time management at different levels of the design hierarchy, which is realized by solving the system of balance equations and the actual run-time reference model project activities. If discrepancies are zero models, project activities shall be considered satisfied in accordance with the tactical and technical requirements.

**Keywords:** project activity, technological ability, project management, Gantt charts, time management, project.

**Ілюшко Ярослав Вікторович** – канд. техн. наук, доцент кафедри геометричного комп'ютерного моделювання, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «Харьковский авиационный институт», Харьков, Украина.