

**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ**

И.Ф.Полякова, Е.Д.Герасимова, В.А.Найда

**ОСНОВЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ
И
РЕМОНТА АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ**

**ПОСОБИЕ
по выполнению контрольной работы № 2**

*для студентов 3 курса
специальности 080507
всех форм обучения*

Москва 2010

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ»**

**Кафедра технической эксплуатации летательных аппаратов и
авиадвигателей**

И.Ф. Полякова, Е.Д. Герасимова, В.А.Найда

**ОСНОВЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ
И
РЕМОНТА АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ**

ПОСОБИЕ

по выполнению контрольной работы № 2
« Повышение эффективности ПТЭ ЛА за счет
сокращения простоев при подготовке ВС к полету »

*для студентов 3 курса
специальности 080507
всех форм обучения*

Москва - 2010

Рецензент к.т.н., доц. Чичерин А.С.

Полякова И.Ф., Герасимова Е.Д., Найда В.А.

Пособие по выполнению контрольной работы № 2 « Повышение эффективности ПТЭ ЛА за счет сокращения простоев при подготовке ВС к полету » по дисциплине « Основы технической эксплуатации и ремонта авиационной техники ». – М.: МГТУ ГА, 2010.

Данное пособие издается в соответствии с учебным планом для студентов III курса специальности 080705 всех форм обучения.

Рассмотрено и одобрено на заседании кафедры, протокол № от мая 2010 г. и методического совета , протокол № от мая 2010г

СОДЕРЖАНИЕ

1. Повышение эффективности ПТЭ ЛА за счет сокращения простоев при подготовке ВС к полету.....	4
2. Методические указания по изучению контрольной работы.....	4
2.1. Ознакомление с типовым технологическим графиком.....	5
2.2. Определение времени выполнения работ с переменной продолжительностью.....	10
2.3. Построение рабочего технологического графика	11
2.4. Алгоритм выполнения работы.....	12
2.5. Пример расчета рабочего технологического графика.....	13
Литература.....	18
ПРИЛОЖЕНИЕ 1	18
ПРИЛОЖЕНИЕ 2	19

1. Повышение эффективности ПТЭ ЛА за счет сокращения простоев при подготовке ВС к полету

1.1. Общие методические указания

Цель контрольной работы – приобретение навыков по формированию предложений по повышению эффективности ПТЭ ЛА за счет сокращения простоев при выполнении работ оперативного ТО по форме А_{тр}.

Основанием для выработки этих предложений служит анализ рабочего технологического графика комплексной подготовки ВС к полету.

Вариант задания выбирается по последней цифре номера зачетной книжки.

Исходные данные (согласно своему варианту) берутся из приложения 1.

Контрольная работа должна быть оформлена в соответствии со следующими требованиями:

- Объем контрольной работы должен составлять 6 – 10 стр., формат А4.
- Работа может быть написана от руки или напечатана на компьютере, с полями для пометок рецензента, аккуратно оформлена и обязательно сброшюрована.
- Титульный лист должен соответствовать приложению 2.
- В тексте необходимо соблюдать единую техническую терминологию и обозначения, принятые в учебно-методической литературе.
- В конце работы следует привести перечень используемой литературы.
- Работа должна быть подписана автором с указанием шифра зачетной книжки, даты передачи работы в деканат или на рецензию.

2. Методические указания по изучению контрольной работы

При выполнении контрольной работы № 1 проводился анализ эффективности ПТЭ ВС, и формировались рекомендации по повышению эффективности, направленные на снижение затратных показателей с указанием доминирующих состояний, в которых следовало эти рекомендации осуществлять. Очень часто одним из доминирующих состояний как по затратам времени, так и по трудозатратам является состояние **Е** (подготовка ВС к полету).

В данной контрольной работе будет решаться задача оптимизации времени подготовки ВС к полету в одном из вариантов проведения этого вида работ – подготовка ВС к полету в промежуточном аэропорту (ТО выполняется по форме А_{тр}).

В практике технической эксплуатации для контроля и управления процессом подготовки ВС к полету используются технологические графики [1].

Типовые технологические графики разрабатываются для каждого типа ВС и для различных вариантов комплексной подготовки ЛА к полету.

2.1 Ознакомление с типовым технологическим графиком

Типовой технологический график (таблица 1) комплексной подготовки ВС к полету устанавливает типовую организацию работ исполнителей при минимальной возможной для данного варианта работ продолжительности стоянки ВС.

В состав документации типового технологического графика входят: исходный масштабный-линейный график, исходный сетевой технологический график и таблица параметров типового технологического графика.

Исходный масштабный-линейный график (рис.1) содержит сведения о наименовании работ (исполнителей), продолжительности работ и отображает технологическую последовательность выполнения работ. Масштабно – линейный график строится в *координатах исполнитель-время*.

Сетевой технологический график (рис.2) устанавливает последовательность событий комплексной подготовки ВС к полету.

Сетевой график основан на использовании математической модели - графа. *Граф* - это набор кружков, соединенных направленными отрезками. В этом случае сами кружки по терминологии теории графов будут называться "*вершинами*", а соединяющие их отрезки - "*ребрами*". «Вершины» соответствуют событиям. *Событием* называют результат выполнения работы. *Направленные отрезки* отображают работы, они связывают между собой события.

В самих кружках также содержится информация: сведения о ранних и поздних сроках свершения каждого события и номер события. Номер события соответствует номеру предшествующей событию работе. Номер работы указан в таблице параметров. Например, в таблице параметров есть работа №3 «установка трапа», соответствующее этой работе событие – «трап установлен»(на сетевом технологическом графике кружок с цифрой «3»). Работа №3 (см. таблицу 1) выполняется между событиями №2 – «установлены колодки под шасси» и событием №3 («трап установлен»).

Особое значение при составлении сетевого графика имеют два понятия: раннее начало работы - срок, раньше которого нельзя начать данную работу, не нарушив принятой технологической последовательности. Он определяется наиболее долгим путем от исходного события до начала данной работы позднее окончание работы - самый поздний срок окончания работы, при котором не увеличивается общая продолжительность работ. Он определяется самым коротким путем от данного события до завершения всех работ.

Таблица 1

Таблица параметров типового технологического графика комплексной подготовки самолета ИЛ-96-300 к полету (A_{ТР})

п/п	Наименование работы	Событие		Продолжительность, мин.
		нач.	кон.	
1	Установка связи с экипажем	0	1	2
2	Установка колодок под шасси	0	2	2
3	Установка трапа	2	3	2
4	Подготовительные работы по ТО	1	4	4
5	Высадка пассажиров	3	5	7
6	Уборка салонов	5	6	14,5
7	Разгрузка, погрузка багажа	2	7	23
8	Разгрузка, погрузка бортпитания	2	8	32
9	Подготовительные работы по заправке топливом	4	9	4
10	Заправка топливом	9	10	12
11	Заправка систем водоснабжения	4	11	10
12	Осмотр по маршруту	4	12	18
13	Слив отстоя	10	13	4
14	Посадка пассажиров	6	14	8
15	Отъезд трапа	14	15	2
16	Заключительные работы по ТО	12	16	4
17	Запуск двигателей	15	17	5
18	Отключение электропитания	17	18	2,5

Ребра графа, соединяющие между собой события, служат для обозначения *действительных (реальных) работ* (сплошная линия) или *условных работ* (штриховая линия). Продолжительность действительных работ обозначается значащим числом над линией.

Условные работы – это фиктивные работы, не требующие ни затрат труда ни времени. Они вводятся в сетевой график для того, чтобы показать логическую зависимость между событиями, не связанными никакими действительными работами, продолжительность такой работы равна нулю.

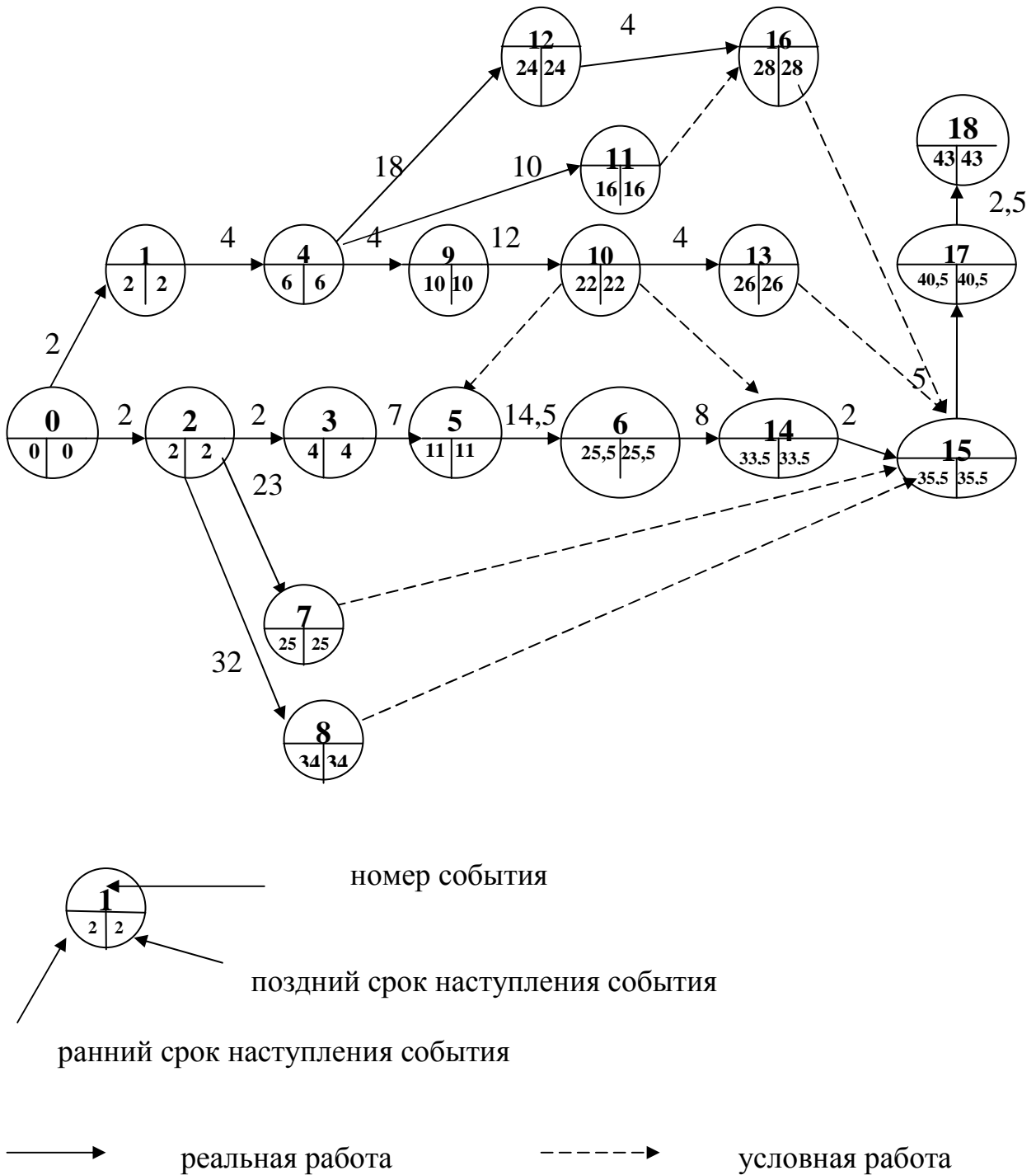


Рис.1. Типовой сетевой график комплексной подготовки самолета Ил 96-300 в транзитном аэропорту (А_{ТР})

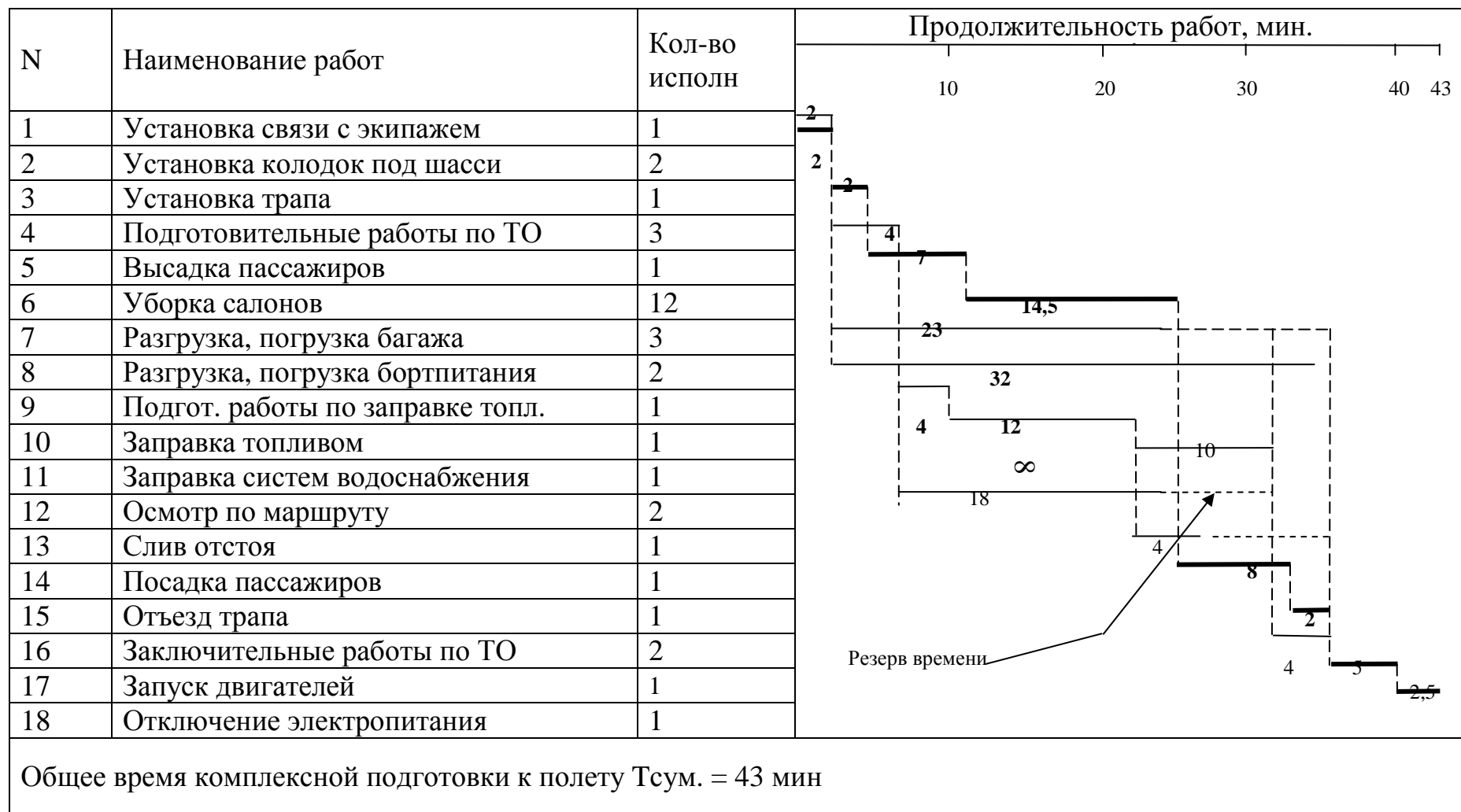


Рис. 2. Типовой масштабный-линейный технологический график комплексной подготовки ИЛ 96-300 к полету(А_{ТР})
(утолщенной линией выделен критический путь)

Они указывают на то, что "событие", на которое направлена линия со стрелкой, может происходить только после свершения события, из которого исходит эта линия.

Условные работы вводятся в сетевой график по следующей причине. В сетевом графике не должно быть тупиковых событий, каждое событие должно соединяться сплошной или пунктирной линией с каким-либо предшествующим (одним или несколькими) и последующим (одним или несколькими) событиями.

На сетевом графике не должно быть событий, из которых не выходит ни одной работы, если только это событие не является для данного графика *завершающим* (оконечным). Соответственно, на сетевом графике не должно быть события, в которое не входит ни одной работы, если только это событие не является *исходным* (начальным).

На сетевом графике не должно быть замкнутых контуров. *Сетевой график* — это динамическая модель производственного процесса, отражающая технологическую зависимость и последовательность выполнения комплекса работ, увязывающая их свершение во времени.

На сетевом графике между начальным и конечным событием может быть несколько путей. Путь, имеющий наибольшую продолжительность, называется *критическим*. *Критический путь* определяет общую продолжительность работ. Для рассматриваемой темы — «комплексная подготовка ВС к полету» продолжительность (длина) критического пути будет определять время выполнения всех работ по обеспечению рейса. Все остальные пути имеют меньшую продолжительность, и поэтому в них выполняемые работы имеют резервы времени. При оценке резервов времени удобно использовать еще два понятия: ранний и поздний сроки наступления события.

Ранний срок наступления события, раньше которого нельзя закончить данную работу. Он равен раннему сроку наступления предшествующего события плюс продолжительность данной работы.

Поздний срок наступления события, позже которого нельзя закончить данную работу, не увеличив общую продолжительность всех работ. Он определяется самым коротким путем от данного события до завершения всех работ.

Если событие лежит на критическом пути, то ранний и поздний срок наступления события совпадает.

Критический путь обозначается на сетевом графике утолщенной линией.

Таблица параметров рабочего технологического графика (табл.1) включает в себя наименование работ, входящих в данный вариант подготовки ВС к полету; начальное и конечное событие, между которыми работа совершается; продолжительность выполнения данной работы и ответственного исполнителя (в данных контрольной работе информация об исполнителях не приведена).

Одна из основных задач, решаемых в данной контрольной работе – определение длины критического пути на сетевом технологическом графике комплексной подготовки ВС к полету. На типовом масштабном-линейном технологическом графике критический путь также выделен утолщенной линией.

Следует еще раз подчеркнуть, что признаком критического пути является свойство, которое заключается в том, что работы, лежащие на этом пути, не имеют резервов времени.

Необходимо обязательно подчеркнуть, что «длина» критического пути определяет время стоянки ВС в транзитном аэропорту при подготовке ЛА к полету, т.е. продолжительность нахождения самолета в состоянии Е процесса технической эксплуатации.

Продолжительность некоторых работ, выполняемых при подготовке ВС к вылету, таких, как посадка и высадка пассажиров, погрузка и выгрузка багажа, уборка салонов, заправка топливом может изменяться по отношению к типовой продолжительности. Некоторые из них лежат на критическом пути имеются. Изменение условий выполнения этих работ может повлиять на длину критического пути и, как следствие, на время стоянки ВС в транзитном аэропорту.

Типовая продолжительность работ указана в *типовой документации* подготовки данного типа ВС к полету. В данной контрольной работе совокупность документов типового технологического графика - это таблица параметров 1, технологический масштабный-линейный и сетевой графики, (рис.1 и рис.2, соответственно).

2.2 Определение времени выполнения работ с переменной продолжительностью

2.2.1 Заправка топливом

$$T = \frac{q \cdot n \cdot L}{1000 \cdot \gamma \cdot Q} \text{ [мин]}, \quad (1)$$

где T – продолжительность работ по заправке топливом; L – дальность полета (см. приложение 1); q – расход топлива на 1 пассажирокилометр, 26.4 г/пасс.км (для всех вариантов); n – количество перевозимых пассажиров (см. приложение 1); γ – удельный вес топлива, 0.8 г/; Q – производительность заправки топливной системы, 7000 л/мин.

2.2.2 Посадка, высадка пассажиров

а) Посадка

$$T_n = \frac{n}{КП1} \text{ [мин]} \quad \text{или} \quad T_n = \frac{n}{КП3} \text{ [мин]} \quad (2)$$

где T_n – время посадки пассажиров; n – количество перевозимых пассажиров; КП1 или КП3 – коэффициент, учитывающий через сколько дверей

производится посадка (см. приложение 1; через 1 дверь – КП1, через 3 двери – КП3).

б) Высадка

$$T_v = \frac{n}{KB1} \text{ [мин]} \text{ или } T_v = \frac{n}{KB3} \text{ [мин]} \quad (3)$$

где T_v – время высадки пассажиров; n – кол-во перевозимых пассажиров; KB1 или KB3 – коэффициент, учитывающий через сколько дверей производится высадка (см. приложение 1; через 1 дверь – KB1, через 3 двери – KB3).

2.2.3 Уборка салонов

$$T_{уб} = \frac{174}{N_{уб}} \text{ [мин]} \quad (4)$$

где $T_{уб}$ – время уборки салонов; $N_{уб}$ – количество исполнителей (уборщиков, см. приложение 1).

2.2.4 Погрузка, выгрузка багажа

$$T_{погр} = 1,23N_K \text{ [мин]}, \quad T_{выгр} = 0,81N_K \text{ [мин]}, \quad (5)$$

где $T_{погр}$ – время погрузки, $T_{выгр}$ – время выгрузки багажа, N_K – количество загружаемых или выгружаемых контейнеров.

2.3 Построение рабочего технологического графика

2.3.1 Формирование таблицы параметров рабочего технологического графика

Для составления параметров рабочего технологического графика необходимо пересчитать длительность выполнения работ с переменной продолжительностью по формулам (1)-(5) с учетом варианта задания, исходные данные по которому приведены в приложении.

Пересчету подлежат работы:

- высадка пассажиров;
- выгрузка, погрузка багажа;
- заправка топливом;
- посадка пассажиров;
- уборка салона.

По результатам расчетов с учетом таблицы параметров типового технологического графика (табл.1) строится таблица параметров рабочего технологического графика.

2.3.2 Построение рабочего масштабно-линейного графика

Рабочий масштабно-линейный технологический график строится в координатах "исполнителей - время".

Отличие его от типового (рис.1), заключается в замене времени выполнения работ с переменной продолжительностью на значения, рассчитанные по формулам (1) -(5). При изменении продолжительности работ изменится и длина критического пути.

2.3.3 Построение рабочего сетевого графика

На рабочем сетевом графике комплексной подготовки ВС к полету указать длительности работ с переменной продолжительностью, полученные в результате расчетов по данным своего варианта.

2.4 Алгоритм выполнения работ

1. По последней цифре номера зачетной книжки определяется вариант задания.
2. Из приложения 1 выбираются данные для расчетов и приводятся в начале работы.
3. По формулам (1)-(5) определяется время выполнения работ с переменной продолжительностью. В контрольной работе должны быть приведены формулы, в которых обозначено какие исходные данные согласно варианту задания были приняты для расчетов.
4. Сформировать таблицу параметров рабочего технологического графика (таблица 1).
5. Построить рабочие масштабно-линейный и сетевой графики подготовки ВС к полету (рис.1. и рис.2.).
6. Определить длину критического пути по сетевому графику и сравнить ее с заданным временем стоянки ВС в транзитном аэропорту .
7. Написать выводы по работе, в которой следует указать:
 - в случае, если длина критического пути больше чем заданная продолжительность стоянки, какие факторы оказали на это влияние;
 - в случае, если длина критического пути не отличается от заданной продолжительности стоянки, какие факторы не должны изменяться.
8. **ОФОРМЛЕНИЕ РАБОТЫ.** Работу выполнить на листах формата А4 и сброшюровать. На титульном листе (см. приложение 2) **обязательно** указать номер зачетной книжки (шифр работы).

2.5. Пример расчета рабочего технологического графика.

1. Исходные данные:

$L = 5950$ км; $n = 300$ пас.; $KП1 = 10$; $KB3 = 31$; $N_{yб} = 10$; $N_K = 7$

2. Определяем время выполнения работ с переменной продолжительностью

- Заправка топливом

$$T = \frac{q \cdot n \cdot L}{1000 \cdot \gamma \cdot Q} = \frac{26,4 * 300 * 5950}{1000 * 0,8 * 7000} = 8,41 \text{ мин}$$

- Высадка пассажиров

$$T_s = \frac{n}{KB3} = \frac{300}{31} = 9,68 \text{ мин}$$

- Посадка пассажиров

$$T_n = \frac{n}{KП1} = \frac{300}{10} = 30 \text{ мин}$$

- Выгрузка багажа

$$T_{выгр} = 0,81 N_K = 0,81 * 7 = 5,67 \text{ мин.}$$

- Погрузка багажа

$$T_{позр} = 1,23 N_K = 1,23 * 7 = 8,61 \text{ мин.}$$

- Уборка салонов

$$T_{yб} = \frac{174}{N_{yб}} = \frac{174}{10} = 17,4 \text{ мин}$$

3. Составление рабочей таблицы параметров

Таблица 2

Таблица параметров рабочего технологического графика комплексной подготовки самолета ИЛ-96-300 к полету (A_{TP})

п/п	Наименование работы	Событие		Продолжительность, мин.
		нач.	кон.	
1	Установка связи с экипажем	0	1	2
2	Установка колодок под шасси	0	2	2
3	Установка трапа	2	3	2
4	Подготовительные работы по ТО	1	4	4
5	Высадка пассажиров	3	5	9,7
6	Уборка салонов	5	6	17,4
7	Разгрузка, погрузка багажа	2	7	8,61+5,67=14,3
8	Разгрузка, погрузка бортпитания	2	8	32
9	Подготовительные работы по заправке топливом	4	9	4
10	Заправка топливом	9	10	8,4
11	Заправка систем водоснабжения	4	11	10
12	Осмотр по маршруту	4	12	18
13	Слив отстоя	10	13	4
14	Посадка пассажиров	6	14	30
15	Отъезд трапа	14	15	2
16	Заключительные работы по ТО	12	16	4
17	Запуск двигателей	15	17	5
18	Отключение электропитания	17	18	2,5

4. Построение рабочего сетевого графика комплексной подготовки ВС к полету (Рис. 3)

При построении рабочего сетевого графика необходимо учитывать, что длительность ряда работ изменилась. На критическом пути работы с переменной продолжительностью – это высадка пассажиров, уборка салона и посадка пассажиров. По этой причине изменится длина критического пути рабочего технологического графика комплексной подготовки ВС к полету по отношению к типовому, ее-то и следует пересчитать.

Правило определения начального и конечного срока наступления события: ранний срок наступления события равен позднему сроку наступления предыдущего события плюс продолжительность работы, предшествующей данному событию.

Расчет длины критического пути в рассматриваемом примере показан на рис.3.

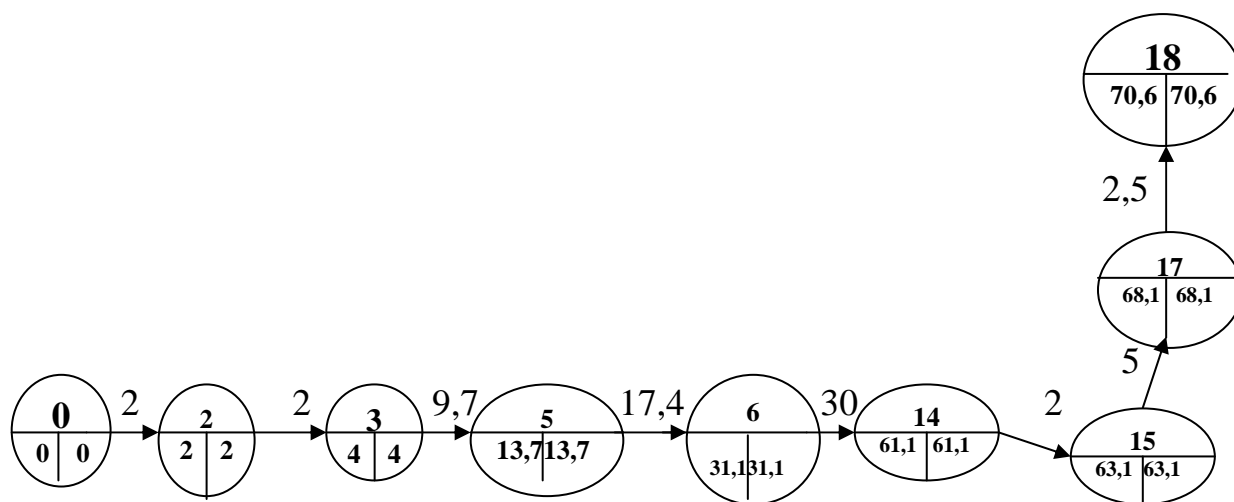


Рис.3. Пример расчета длины критического пути

На рисунках 4 и 5 представлены рабочий сетевой и технологический графики подготовки ИЛ-96 к полету с учетом исходных данных рассматриваемого примера .

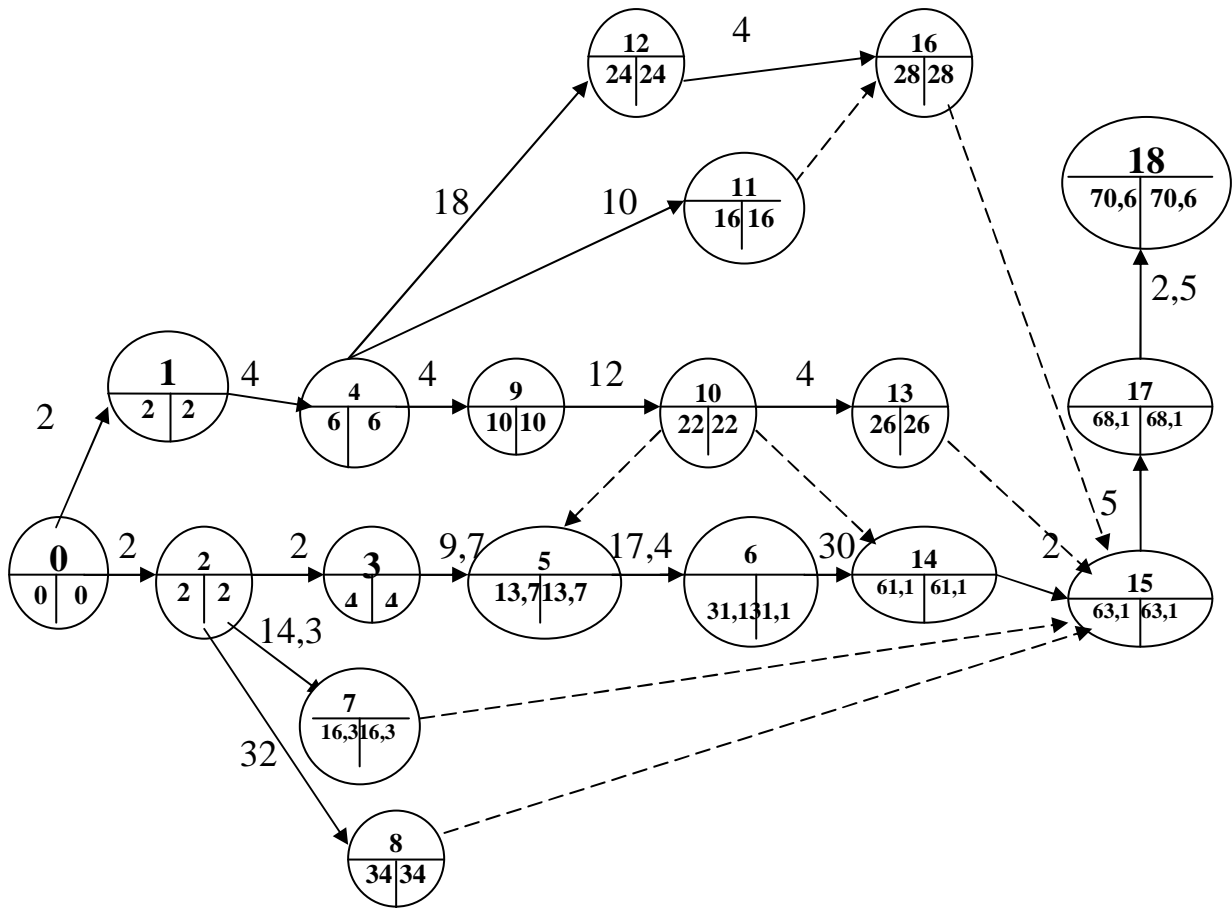


Рис.4. Рабочий сетевой график комплексной подготовки ВС к полету

Выводы:

1. Длина критического пути рабочего технологического графика, равная 70,6 мин., превышает нормативное значение, приведенное в типовом технологическом графике, на 27,6 мин.
2. Чтобы сократить время стоянки (т.е. сократить длину критического пути) необходимо увеличить количество исполнителей в бригаде по уборке салонов и осуществлять посадку пассажиров (если есть для этого техническая возможность) через 3 двери.

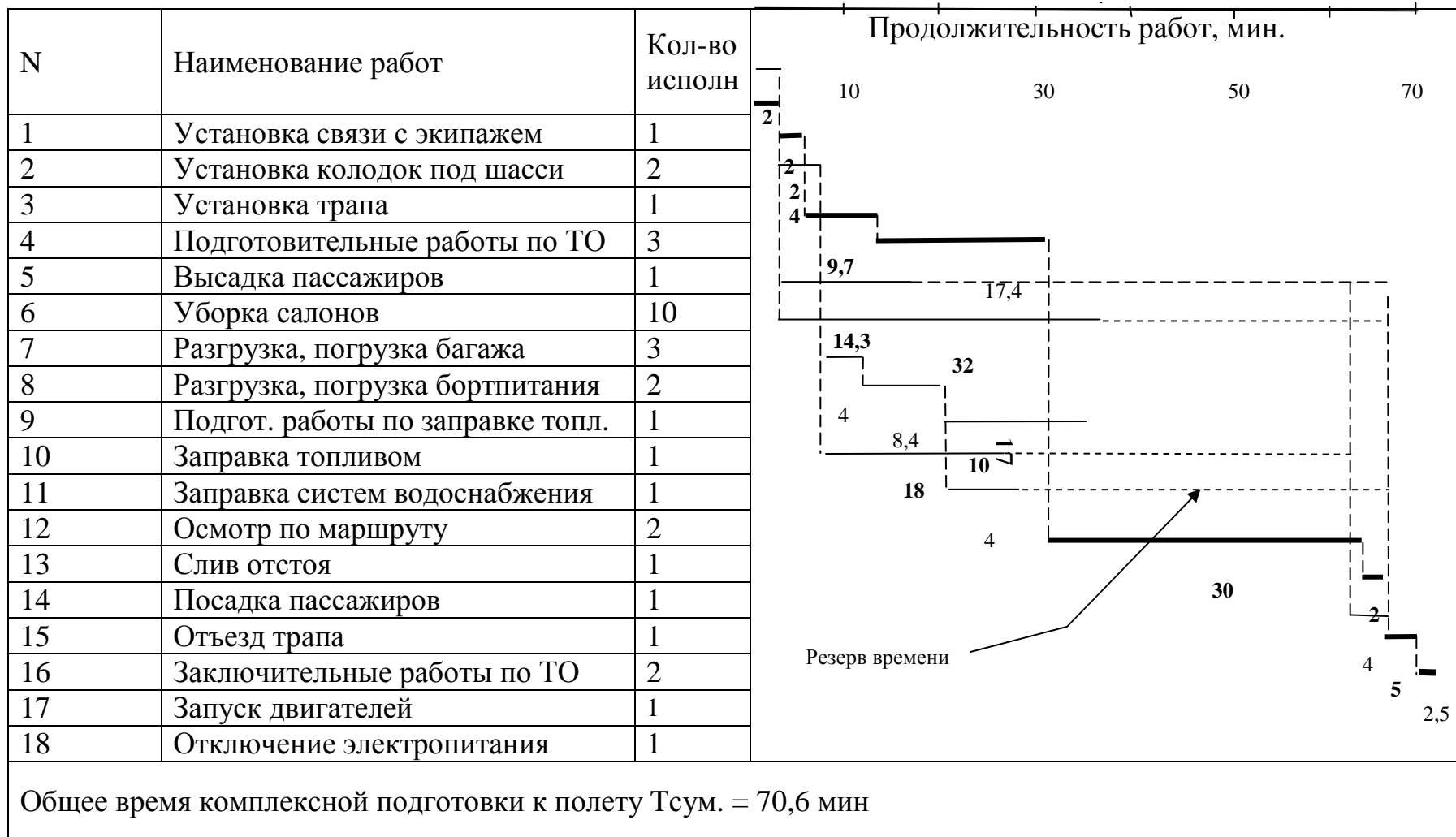


Рис.5. Рабочий масштаб-линейный график комплексной подготовки ИЛ-96 к полету

Московский государственный технический университет
гражданской авиации

Кафедра “Техническая эксплуатация летательных
аппаратов и авиационных двигателей”

Контрольная работа

(зачтена, не зачтена)

(руководитель: Ф.И.О)

_____ 201...г.
(подпись) (дата)

Пояснительная записка к контрольной работе №2
« Повышение эффективности ПТЭ ЛА за счет
сокращения простоев при подготовке ВС к полету »

по дисциплине

“Основы технической эксплуатации и ремонта АТ”

Работу выполнил студент
группы _____
(номер группы)

(Ф.И.О.)

(шифр)

Работа сдана
“ ____ ” _____ 201...г.

Москва 201...г.