

Часть 1. ПОСОБИЕ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Учебный план

«Техника транспорта, обслуживание и ремонт» относится к учебным дисциплинам базовой части профессионального цикла основной образовательной программы для студентов III курса заочной формы обучения направления подготовки 190700 и 23.03.01 «Технология транспортных процессов, квалификация (степень) – бакалавр.

Рабочей программой по дисциплине предусмотрено следующее распределение часов :

Общий объем учебных часов на дисциплину – 144 ч, в т.ч.

1) ауд.16 ч:

- Лекции – 6 ч;
- Практические занятия – 10 ч.

2) Самостоятельная работа – 128ч.

3) Контрольная работа – 3 курс.

4) Экзамен – 3 курс.

1.2. Основные сведения о дисциплине

Цель преподавания дисциплины – получение студентами необходимых знаний по основам технической эксплуатации и ремонта авиационной техники, вопросов поддержания летной годности ВС, а также практических навыков и умений в решении задач определения, анализа и оценки регулярности полетов, использования и исправности самолетного парка, решения задачи планирования отхода самолетов на ТО, а также оперативного управления процессом технической эксплуатации ВС.

Задачи изучения дисциплины (минимально - необходимый комплекс знаний и умений):

иметь представление

о структуре системы ТО и Р и организации работ по ТО;
 об управлении эффективностью ПТЭ ЛА;
 об основах ремонта авиационной техники;
 о роли ИАС (инженерно-авиационной службы) в обеспечении безопасности и регулярности полетов;

знать:

структуру и принципы построения системы ТО и Р;
 требования, предъявляемые к системе ТО и Р;
 свойства надежности и эксплуатационной технологичности изделий авиационной техники;
 виды и формы технического обслуживания ВС;

виды и назначение эксплуатационно-технической документации;
 виды и назначение средств автоматизации и механизации работ по ТО;
 основы ремонта ЛА;
 основы ремонта АТ.;

уметь:

определять уровень безопасности и регулярности полетов;
 пользоваться эксплуатационно-технической документацией;
 выполнять расчет, анализ и оценку эффективности работы в авиакомпаниях, с использованием имеющегося в предприятии информационного обеспечения;
 осуществлять оперативное управление эффективностью эксплуатации ВС;

владеть:

понятийно-терминологическим аппаратом в области безопасности и регулярности полетов и организации ТО и Р;
 навыками рационализации профессиональной деятельности с целью обеспечения требований, предъявляемых основными руководящими документами.

Перечень дисциплин (разделов), усвоение которых необходимо для изучения данной дисциплины

Для успешного освоения данной дисциплины студент должен владеть знаниями, умениями и навыками, сформированными по дисциплинам основной образовательной программы бакалавриата: «Математика», «Информатика», «Физика», «Химия», «Материаловедение», «Основы авиации», «Общая теория статистики», «Деловой иностранный язык», «Аэродромы, аэропорты, авиакомпании».

1.3. Рекомендуемая литература

Основная

1. Чинючин. Ю.М., Полякова И.Ф. Основы технической эксплуатации и ремонта авиационной техники: учеб. пособие. – М.: МГТУ ГА – 2004, Ч. 1. – 80 с.
2. Чинючин. Ю.М., Полякова И.Ф. Основы технической эксплуатации и ремонта авиационной техники: учеб. пособие. – М.: МГТУ ГА – 2006, Ч. 2. – 73 с.

Учебно-методическая

3. Полякова И.Ф., Чинючин Ю.М. Пособие по проведению практического занятия «Система учета использования и исправности ЛА в эксплуатационных предприятиях ГА». – М.: МГТУ ГА – 2005. – 28 с.

4. Чинючин Ю.М., Полякова И.Ф., Герасимова Е.Д. «Определение годового объема работ и численности инженерно–технического персонала Организации по ТО ВС». – М.: МГТУ ГА – 2012. – 18 с.
5. Чинючин Ю.М., Найда В.А. Пособие по проведению практического занятия «Эксплуатационно-техническая документация по технической эксплуатации ЛА. – М.: МИИГА. – 1999. – 28 с.

Дополнительная

6. Смирнов Н.Н., Чинючин Ю.М., Современные проблемы технической эксплуатации воздушных судов.: учеб. пособие. М.: МГТУ ГА,- – 2007, Ч 1 – 84 с.
7. Чинючин Ю.М., Смирнов Н.Н. Современные проблемы технической эксплуатации воздушных судов.: учеб. пособие. М.: МГТУ ГА, 2008, Ч 2 – 98 с.

1.3.1. Электронные средства информации

Всю приведенную литературу можно найти на официальном сайте МГТУ ГА (<http://mstuca.ru/>) (в разделе «Электронные ресурсы» - «Электронное хранилище полнотекстовых документов», один из вариантов поиска - по фамилиям авторов).

1.3.2. Интернет-ресурсы

<http://www.mintrans.ru/> – официальный сайт Министерства Транспорта РФ.

<http://aviation.kryshi.net/news/avia-crashes.php> - Новости авиации.

1.3.3. Электронный адрес кафедры для консультаций

Кафедра ТЭЛА и АД telaiad@mstuca.aero.

1.4. Общие методические указания к изучению Дисциплины

При самостоятельном изучении материала по данной дисциплине студент должен работать с литературными источниками, указанными в данном пособии. Для усвоения материала студент должен пользоваться основной и дополнительной литературой.

Каждый студент должен вести конспект по материалам изучаемой литературы. Кроме самостоятельного изучения материала, для студентов читаются в Университете установочные и обзорные лекции по основным вопросам дисциплины, проводятся практические занятия.

Материал должен изучаться последовательно в соответствии с рекомендациями данного пособия.

Студент должен выполнить контрольную работу и представить ее для проверки до начала сессии.

Полнота и правильность изучения материала проверяется умением правильно и полно отвечать на вопросы самопроверки, представленные по каждой теме рабочей программы.

Студенты могут получать от преподавателей консультацию по интересующим их вопросам данного курса, направив свой вопрос по электронному адресу кафедры ТЭЛА и АД или деканата заочного факультета (z.ovchinnikova@mstuca.aero; i.merzlikin@mstuca.aero).

1.5. Учебная программа дисциплины и методические указания по её изучению

Введение

Структура и содержание дисциплины. Структура авиатранспортной системы, структура системы ТО и Р, цель и принципы построения системы ТО и Р.

Методические указания

Необходимо представлять себе требования, которые предъявляются к результатам работы авиатранспортной системы по обеспечению безопасности и регулярности полетов и экономичности эксплуатации; место и роль системы ТО и Р в структуре авиатранспортной системы. Целью системы ТО и Р является управление техническим состоянием изделий АТ; в ее работу положены три принципа: плановости, своевременного предупреждения отказов и экономичности эксплуатации.

Вопросы для самоконтроля

1. Приведите структуру системы ТО и Р.
2. Взаимосвязь безотказности и безопасности полетов.
3. Приведите структуру системы технической эксплуатации.
4. Приведите структуру системы ТО и Р.
5. Назовите принципы построения системы ТО и Р.

Литература [1; 7].

Раздел 1. Организация технического обслуживания ВС

Виды и формы ТО ВС, методы обслуживания ВС

Виды и формы ТО и Р; техническое обслуживание зарубежных воздушных судов, виды и формы ТО; признаки классификации работ по ТО ВС; методы обслуживания ЛА, поэтапный метод; схема основных состояний объектов эксплуатации; стратегии эксплуатации изделий.

Методические указания

Организация ТО ЛА связана с видами и формами ТО. Поэтому при изучении темы следует обратить внимание на периодичность выполнения форм ТО для отечественных и зарубежных самолетов; особое внимание следует обратить на выполнение обслуживания ВС поэтапным методом, применение которого позволяет увеличивает интенсивность использования ВС по назначению.

Вопросы для самоконтроля

1. Виды и формы ТО ЛА.
 2. Назвать методы обслуживания ВС.
 3. Пояснить организацию работ при поэтапном методе с распределением работ внутри допуска на заданную периодичность ТО.
 4. Пояснить организацию работ при поэтапном методе с распределением работ по трудоемкости и периодичности выполнения Ф1.
- Литература [1; 7].

Раздел 2. Управление эффективностью организации по ТО ВС

2.1. Определение эффективности процесса технической эксплуатации ЛА

Критерии эффективности процесса технической эксплуатации (ПТЭ), анализ эффективности, алгоритм расчета, анализа и оценки показателей эффективности.

2.2. Оперативное управление эффективностью ПТЭ ВС

Блок-схема оперативного управления, алгоритм формирования управленческих решений при ухудшении эффективности работы ПТЭ за отчетный период.

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

Изучение типового технологического графика комплексной подготовки ВС к полету. Построение рабочего масштабно – линейного и сетевого графиков комплексной подготовки ВС к полету.

Методические указания

ПТЭ ЛА – это последовательная во времени смена состояний ТО ЛА в соответствии с принятыми стратегиями ТО. Структура ПТЭ - это совокупность различных состояний ТО ВС и распределение самолетов по этим состояниям. Математическая модель ПТЭ включает в себя множество состояний ТО ВС, суммарное время нахождения ВС в состояниях ТО за отчетный период, вектор-строку частот попадания ВС парка в i -е состояния ТО и матрицу вероятностей переходов ВС из i – го в j – е состояние. Она позволяет: оценить, результативность работы авиапредприятия (АП), выработать правильные управленческие решения, указать те участки работы АП, где были большие простои по времени при обслуживании ВС или большие трудозатраты. Вводятся критерии эффективности ПТЭ: безопасность полетов, регулярность полетов, использование самолетного парка, исправность самолетного парка, экономичность эксплуатации. На примере построения рабочего технологического графика комплексной подготовки ВС к полету показано, как можно сокращать простои при выполнении работ по подготовки ВС и за счет уменьшения продолжительности работ управлять эффективностью ПТЭ ВС.

Вопросы для самоконтроля

1. Дать определение понятия «процесс технической эксплуатации».
 2. Дать определение понятия структура ПТЭ.
 3. Назвать составляющие математической модели.
 4. Дать определение понятия эффективность ПТЭ.
 5. Назвать критерии эффективности ПТЭ.
 6. Назвать показатели эффективности ПТЭ.
 7. Назвать варианты комплексной подготовки ВС к полету.
 8. Назвать состав документации типового технологического графика.
 9. Назначение и содержание таблицы параметров типового технологического графика.
 10. Дать характеристику сетевого графика комплексной подготовки ВС к полету.
 11. Чем отличаются реальные и условные работы? Их обозначение в сетевой модели (сетевом графике) подготовки ВС к полету.
 12. Что такое критический путь и способы его определения.
- Литература [1].

Раздел 3. Экономичность эксплуатации

Экономичность технической эксплуатации ЛА. Задачи инженерно-авиационной службы.

Методические указания

Экономичность технической эксплуатации ЛА характеризуется затратами трудовых, топливно-энергетических и материальных ресурсов на единицу продукции ТО. Затраты на эти виды работ входят составной частью в себестоимость авиаперевозок. Основная доля расходов в укрупненной калькуляции расходов на ТО и Р приходится на ГСМ.

К наиболее важным задачам инженерно-авиационной службы относятся: организация и выполнение технического обслуживания АТ в соответствии с эксплуатационной и ремонтной документацией; планирование производственной деятельности организации по ТО ВС; организация материально-технического обеспечения работы организации по ТО ВС; проведение мероприятий по обеспечению безопасности полетов, предупреждению отказов и неисправностей АТ и ряд других.

Вопросы для самоконтроля

1. Привести укрупненную калькуляцию расходов на ТО и Р.
 2. Дать определение понятию «себестоимость».
 3. Перечислить основные задачи инженерно-авиационной службы.
- Литература [1].

Раздел 4. Надежность и эксплуатационная технологичность авиационной техники

4.1. Надежность авиационной техники.

Определение надежности, безотказности, долговечности, ремонтпригодности, сохраняемости. Основные состояния объектов эксплуатации. Основные показатели надежности.

4.2. Эксплуатационная технологичность изделий АТ.

Определение эксплуатационной технологичности (Э.Т.); единичные и показатели Э.Т.; анализ и оценка уровня Э.Т.

Методические указания

Надежность авиационной техники - это свойство летательного аппарата в целом и (или) его частей (конструкции, бортового оборудования, двигателей и др.) выполнять заданные функции (т.е. находиться в работоспособном состоянии) ,сохраняя значения эксплуатационных показателей в установленных пределах, соответствующих режимам и условиям использования, технического

обслуживания, ремонта, хранения и транспортировки. Надежность является комплексным свойством. В зависимости от назначения и условий применения изделий авиационной техники, может включать свойства (в отдельности или при определённом их сочетании): безотказности, долговечности, ремонтпригодности, сохраняемости. Для оценки этих свойств вводятся показатели: вероятность безотказной работы, параметр потока отказов, ресурс и другие, которые следует рассмотреть в рекомендованной литературе.

Эксплуатационная технологичность (Э.Т.) – это свойство конструкции, характеризующее её приспособленность к проведению всех видов работ по ТО и Р с использованием наиболее экономичных технологических процессов. Это означает приспособленность конструкции к прогрессивным стратегиям и методам ТО и Р, а также приспособленность к выполнению отдельных операций ТО и Р, в том числе операции по устранению отказов и повреждений.

Уровень Э.Т. создаваемого ЛА в целом определяется тем, насколько полно учитываются эксплуатационные факторы и обеспечиваются единичные конструктивно-технологические свойства агрегатов, узлов, блоков и функциональных систем ЛА. К числу единичных конструктивно-технологических свойств относятся: доступность к объектам обслуживания и ремонта, легкосъемность, взаимозаменяемость и др. Обобщенные показатели характеризуют Э.Т. объекта эксплуатации точки зрения затрат времени, труда и материальных средств на проведение ТО и Р.

Оценка уровня Э.Т. ЛА производится дифференцировано по каждому из показателей.

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое надежность изделий АТ.
 2. Что такое безотказность.
 3. Что такое долговечность.
 4. Что такое ремонтпригодность.
 5. Что такое сохраняемость.
 6. Назвать показатели надежности.
 7. Что такое эксплуатационная технологичность.
 8. Единичные показатели Э.Т.
 9. Обобщенные показатели Э.Т.
- Литература [1;7; 8].

Раздел 5. Летная годность. Проблемы поддержания летной годности

5.1. Летная годность ВС, проблемы поддержания летной годности ВС

Определение летной годности (ЛГ). Проблемы поддержания летной годности ВС. Условия эксплуатации, влияющие на снижение Л.Г. Общие технические требования к летной годности экземпляра ВС. Участники процесса поддержания ЛГ. Факторы, способствующие возникновению ошибок при ТО.

5.2. Программа ТО и Р ВС

Классификация программ ТО и Р ВС. Структура программы ТО и Р ВС. схема взаимосвязи системы ТО и Р и ее инфраструктуры. Оценка экономической эффективности программы ТО и Р ВС.

Методические указания

Летная годность – комплексная характеристика ВС, определяемая предусмотренными и реализованными в его конструкции и летных качествах принципами, позволяющая совершать безопасные полеты в ожидаемых условиях и при установленных методах эксплуатации. Нормы летной годности (НЛГ) – свод государственных требований к лётной годности (ЛГ) гражданских летательных аппаратов, направленных на обеспечение безопасности полётов. В РФ выполнение требований НЛГ обязательно при проектировании, производстве, испытаниях, сертификации, допуске к эксплуатации, ремонте, экспорте и импорте гражданской авиатехники, а также при разработке государственных и отраслевых стандартов, технических требований и заданий. Цель всех мероприятий по поддержанию ЛГ - заключается в том, чтобы обеспечить соответствие каждого находящегося в эксплуатации экземпляра ВС требованиям, предъявляемым к типовой конструкции по всей совокупности параметров в любой момент срока его эксплуатации.

Программа ТО и Р представляет собой единый документ, который определяет эффективность системы ТО и Р в соответствии с принятыми методами и режимами технической эксплуатации самолета, характеризующими его фактические эксплуатационно-технические характеристики во взаимосвязи с документацией, средствами и исполнителями, и устанавливает порядок обеспечения и корректировки указанных характеристик с начала эксплуатации и до списания самолета. Совершенство программы ТО и Р определяется тем, насколько полно она обеспечивает взаимодействие между процессом изменения технического состояния изделий АТ и ВС в целом и процессом технической эксплуатации.

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое летная годность.
2. Назвать условия эксплуатации, которые влияют на снижение Л.Г.
3. Назвать участников процесса поддержания Л.Г.

4. Дать определение программы ТО и Р.
 5. Как определяется эффективность программы ТО и Р.
- Литература [1; 7; 8].

Раздел 6. Основы ремонта авиационной техники

6.1. Основы ремонта АТ

Виды ремонта, причины поступления АТ в ремонт, отправка и приемка АТ в ремонт, схема технологического процесса ремонта, системы ремонтов.

6.2. Методы очистки изделий АТ

Методы очистки: механические, химические, электрохимический, ультразвуковой, удаление лакокрасочных покрытий. Требования, предъявляемые при очистке изделий АТ. Моечные машины. Техника безопасности при очистке изделий при ремонте.

6.3. Дефектация изделий АТ

Прямые методы, косвенные методы контроля, технические измерения, проверка на прочность и герметичность. Требования, предъявляемые при дефектации к процессу дефектации, к персоналу, к документам, к результатам дефектации.

6.4. Методы восстановления изделий при ремонте

Методы восстановления изделий при ремонте: обработка резанием, обработка, сварка, пайка, восстановление ЛКП, напыление покрытий, нанесение гальванических покрытий, ремонт планера клепкой.

6.5. Сборка и испытания самолетов после ремонта

Виды и места сборки изделий АТ и ВС в целом. Наземные испытания ВС после сборки. Летные испытания ВС после сборки: контрольный полет и испытательный полет.

Методические указания

Ремонт – это совокупность организационных технических мероприятий, проводимых с целью восстановления исправности или работоспособности технических устройств.

Ремонтом называют также замену неисправных элементов. В зависимости от характера повреждений и степени износа отдельных, составляющих частей устройств, а также по трудоёмкости восстановительных работ различают текущий (малый), средний и капитальный ремонт.

При текущем ремонте устраняют мелкие повреждения, меняют или восстанавливают отдельные детали, элементы, выполняют регулировочные работы. Текущий ремонт выполняется, обычно, на месте эксплуатации (хранения), часто в ходе профилактического осмотра.

При среднем ремонте устройство частично разбирают, проверяют техническое состояние узлов, устраняют обнаруженные дефекты, а иногда проводят капитальный ремонт отдельных частей устройства. Средний ремонт выполняется, как правило, в специализированных мастерских, а при их отсутствии в местах, оснащённых необходимым оборудованием.

Капитальный ремонт проводится в стационарных условиях ремонтными предприятиями, сервисными центрами. Это наиболее трудоёмкий вид ремонта, выполняется при полной разборке устройства, предусматривает проверку и устранение всех повреждений, часто с заменой составных частей на новые, сборку устройства, его регулировку и послеремонтные испытания.

Самолеты отечественного производства, если в программе ТО и Р типа ВС указано об этом, проходят капитальный ремонт через время, равное межремонтному ресурсу. На самолетах иностранного производства капитальный ремонт не выполняется. Вместо него выполняется форма D-check. Эта форма (D-check) самая трудоёмкая и самая продолжительная из всех форм ТО для самолетов иностранного производства.

Следует обратить особое внимание на схему технологического процесса ремонта, в которой приведена последовательность проводимых при ремонте работ. Все выполняемые при ремонте работы – разборка, мойка, дефектация, сборка и испытания выполняются согласно документу «Технология ремонта».

Вопросы для самоконтроля

1. Назвать виды ремонта и основное содержание работ по каждому виду.
2. Назвать системы ремонтов.
3. Что собой представляет планово-предупредительная система капитальных ремонтов.
4. Что собой представляет система регламентированных капитальных ремонтов.
5. Что собой представляет система поэтапных зональных капитальных ремонтов.
6. Что собой представляет система капитальных ремонтов по фактическому техническому состоянию
7. Требования, предъявляемые к методам очистки изделий АТ перед ремонтом.

8. Механические методы очистки изделий перед ремонтом.
9. Химические методы очистки изделий перед ремонтом.
10. Ультразвуковой метод очистки изделий перед ремонтом.
11. Удаление ЛКП с поверхности изделий перед ремонтом.
12. Дайте определение понятию «дефектация изделий АТ», цель дефектации.
13. Какие требования предъявляются к проведению дефектации изделий АТ при ремонте.
14. Визуальные методы дефектации, назначение, особенности.
15. Дефектация изделий АТ с помощью люминесцентного метода.
16. Дефектация изделий АТ с помощью метода красок.
17. Поясните, как осуществляется дефектация с помощью проникающих излучений.
18. Как проводится дефектация изделий АТ ультразвуковым методом.
19. Контроль герметичности изделий АТ, сущность методов
20. Методы восстановления изделий АТ после ремонт (назвать не менее 5)
21. Сборка ЛА после ремонта: структура, содержание работ, место проведения.
22. Наземные и летные испытания ЛА после ремонта.
Литература [2].

Вопросы к экзамену представляют собой совокупность вопросов для самопроверки.

1.6. Практические занятия, их тематика и объем в часах

ПЗ-1. Система учёта использования и исправности ЛА в эксплуатационных предприятиях ГА (4 ч), [3].

ПЗ-2. Определение годового объема работ и численности инженерно – технического персонала организации по ТО ВС (4 ч), [4].

ПЗ-3. Эксплуатационно-техническая документация (2 ч) [5].

Часть 2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

2.1. 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.

При анализе эффективности работы организации по ТО ВС в случае снижения уровня эффективности по использованию и исправности парка ВС выделяются участки работы, в которых были большие затраты времени (доминирующие состояния), в которых следует снижать время пребывания. Очень часто одним из доминирующих состояний по затратам времени 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 Атр. для самолета ИЛ 96-300).

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.

2.1.1 Ознакомление с типовым технологическим графиком

Типовой технологический график (таблица 2.1) 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 масштабно-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 2.1) 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.

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 условной работы равна нулю.

Таблица 2.1

Таблица параметров типового 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	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

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 (окончным). 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.

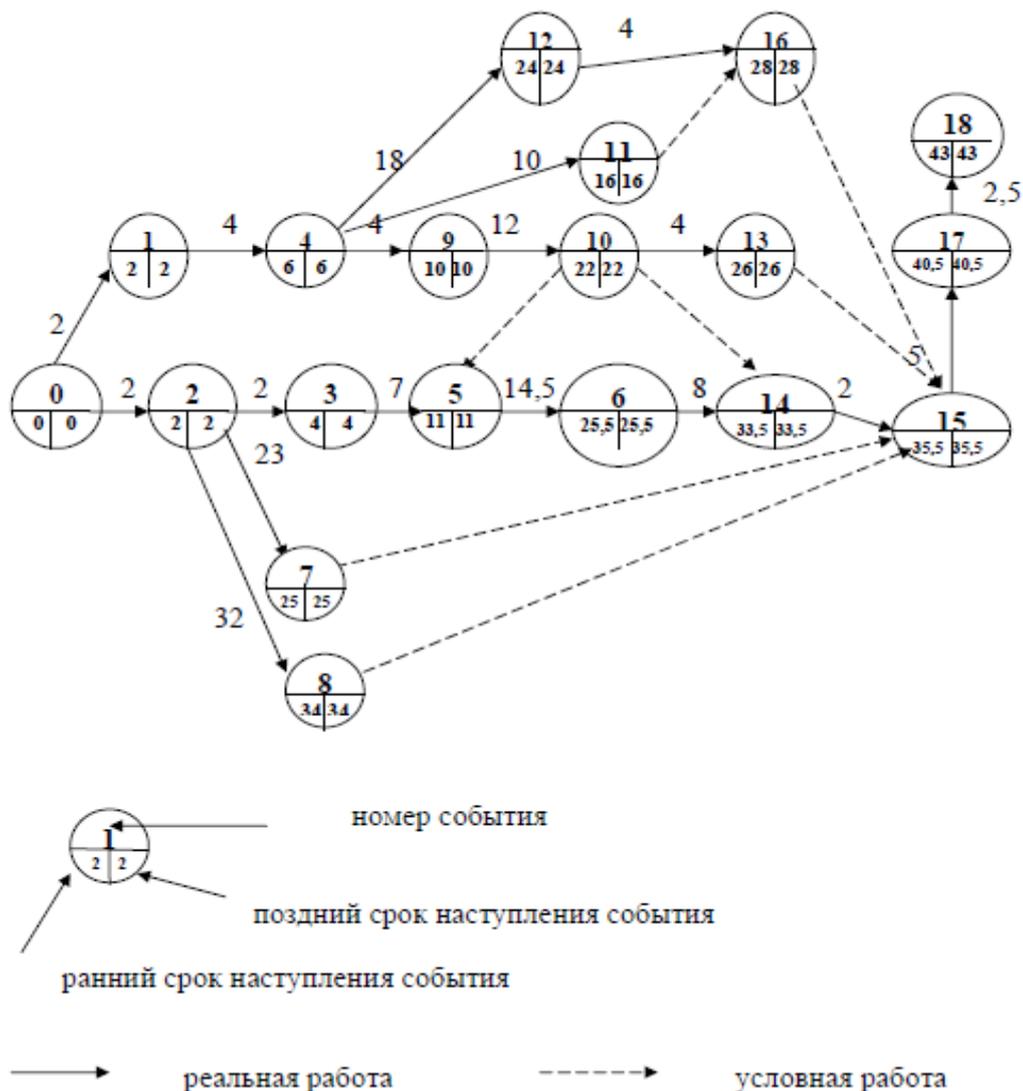


Рис. 1. Типовой сетевой график комплексной подготовки самолета Ил 96-300 в транзитном аэропорту (A_{TP})

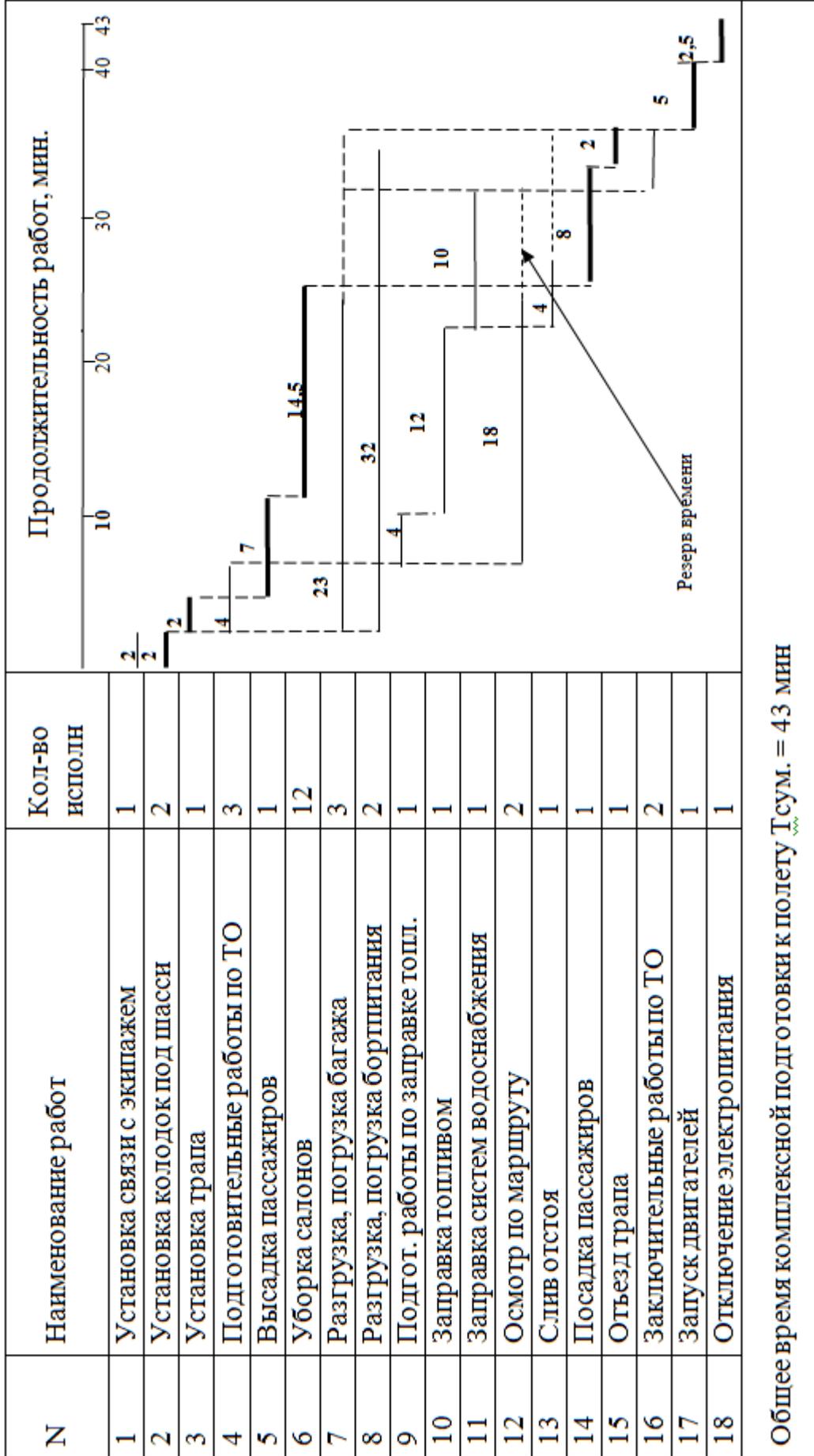


Рис. 2. Типовой масштабнo-линейный технологический график комплексной подготовки ИЛ 96-300 к полету ($A_{\text{ТР}}$) (утолщенной линией выделен критический путь)

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).

2.1.2 Определение времени выполнения работ с переменной продолжительностью

Заправка топливом

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

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.

Посадка, высадка пассажиров

а) Посадка

$$T_n = \frac{n}{КП1} [\text{мин}] \text{ или}$$

$$T_n = \frac{n}{КП3} [\text{мин}]$$

где T_n – время посадки пассажиров; n – количество перевозимых пассажиров; $T_e = \frac{n}{KB1}$ производится посадка (см. приложение 1; через 1 дверь – КП1, через 3двери – КП3).

б) Высадка

$$T_e = \frac{n}{KB1} [\text{мин}] \text{ или}$$

$$T_e = \frac{n}{KB3} [\text{мин}]$$

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).

Уборка салонов

$$T_{y\bar{b}} = \frac{174}{N_{y\bar{b}}} [\text{мин}]$$

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

Погрузка, выгрузка багажа

$$T_{\text{погр}} = 1,23N_K [\text{мин}],$$

$$T_{\text{выгр}} = 0,81N_K [\text{мин}],$$

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

2.2 Построение рабочего технологического графика

2.2.1 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.

2.2.2 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.

2.2.3 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.

2.3. Алгоритм выполнения работ

- 1) По последней цифре номера зачетной книжки определяется вариант задания.
- 2) Из приложения 2 выбираются данные для расчетов и приводятся в начале работы.
- 3) 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 2.1).
- 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)**.

2.4. Пример расчета рабочего технологического графика

1. Исходные данные:

$$L = 5950 \text{ км}; n = 300 \text{ пас.}; КП1 = 10; KB3 = 31; N_{уб} = 10; N_K = 7$$

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

$$T_n = \frac{n}{КП1} = \frac{300}{10} = 30 \text{ мин}$$

Выгрузка багажа

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

Погрузка багажа

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

Уборка салонов

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

3. Составление рабочей таблицы параметров

По приведенным выше результатам расчетов времени выполнения работ с переменной продолжительностью для рабочего технологического графика комплексной подготовки ИЛ 96-300 к полету заполняем табл. 2.2.

4. Построение рабочего сетевого графика комплексной подготовки ВС к полету

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.

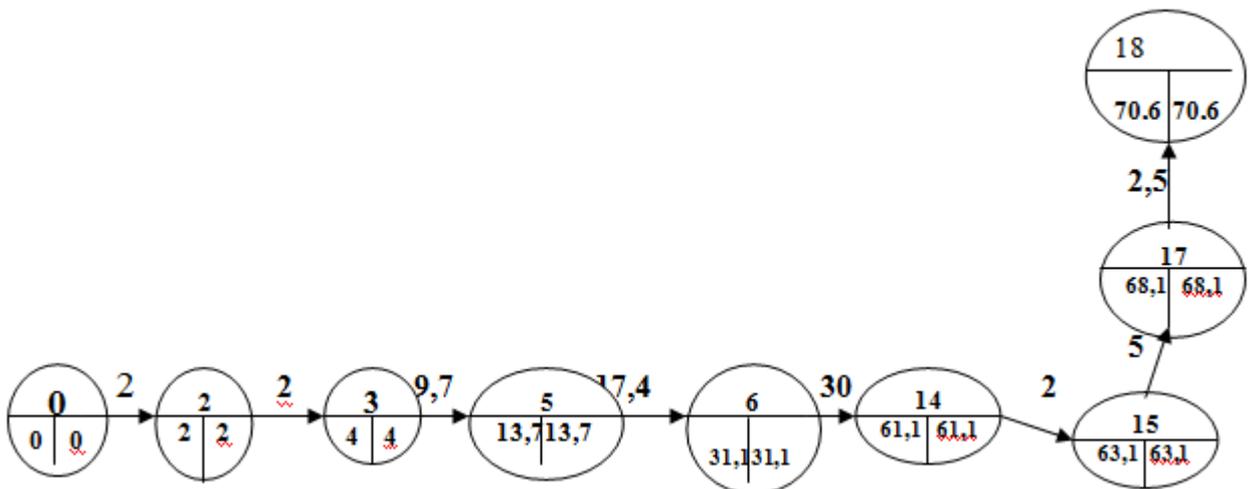


Рис. 3. Пример расчета длины критического пути

Таблица 2.2

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

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.

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

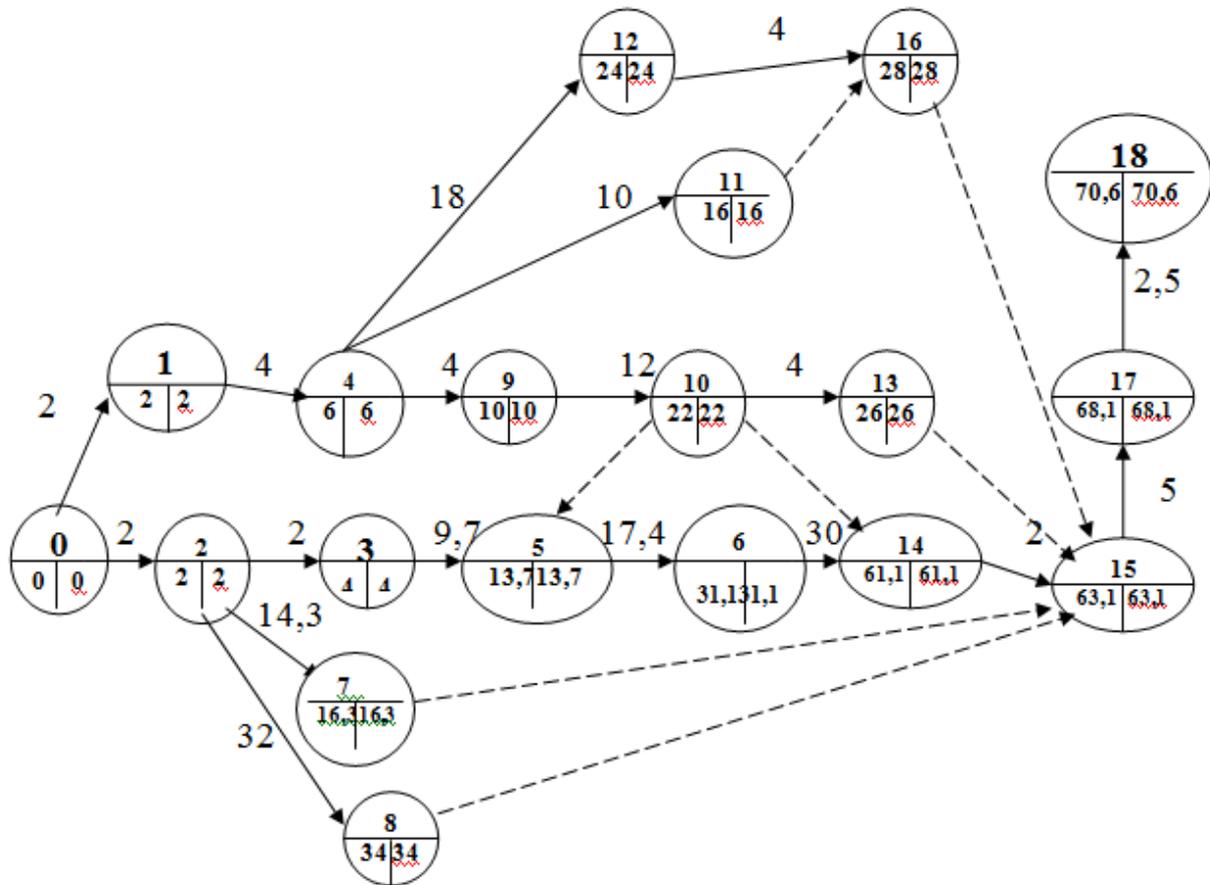


Рис. 4. Рабочий сетевой график комплексной подготовки ВС к полету

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.

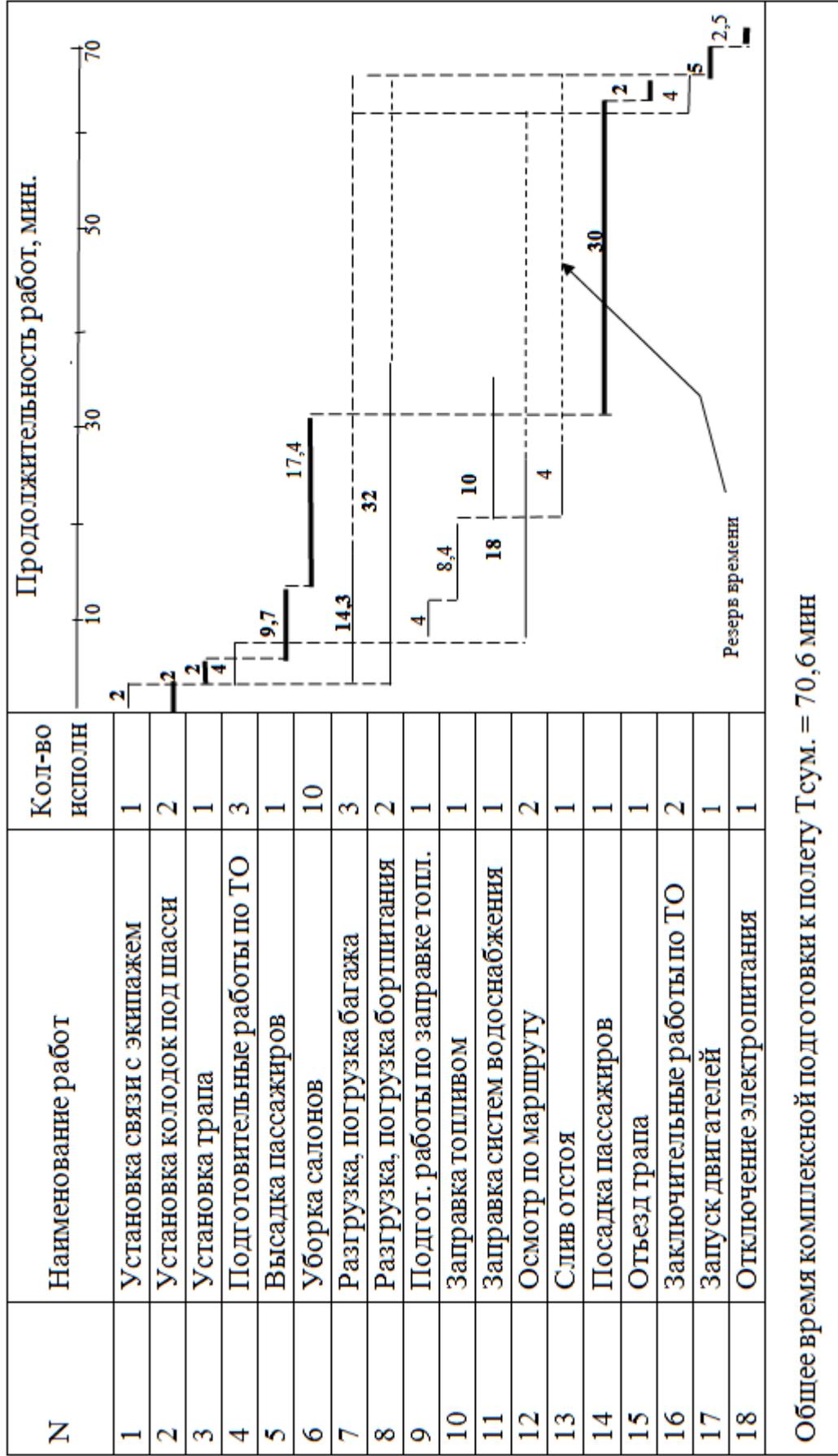


Рис. 5. Рабочий масштабно-линейный график комплексной подготовки ИЛ 96 - к полету

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
«Повышение эффективности ПТЭ ЛА за счет
сокращения простоев при подготовке ВС к полету»

по дисциплине
«Техника транспорта обслуживание и ремонт»

Работу выполнил студент
группы _____

(номер группы)

(Ф.И.О.)

(шифр)

Работа сдана
« ____ » _____ 201...г.

Москва 201...г.

СОДЕРЖАНИЕ

Часть 1. Пособие по изучению дисциплины	3
1.1. Учебный план	3
1.2. Основные сведения о дисциплине.....	3
1.3. Рекомендуемая литература	4
1.3.1. Электронные средства информации.....	5
1.3.2. Интернет-ресурсы	5
1.3.3. Электронный адрес кафедры для консультаций.....	5
1.4. Общие методические указания к изучению	5
1.5. Учебная программа дисциплины.....	6
Введение.....	6
Раздел 1. Организация технического обслуживания ВС	6
Раздел 2. Управление эффективностью организации по ТО ВС.....	7
Раздел 3. Экономичность эксплуатации	8
Раздел 4. Надежность и эксплуатационная технологичность	9
авиационной техники.....	9
Раздел 5. Летная годность. Проблемы поддержания летной годности	10
Раздел 6. Основы ремонта авиационной техники.....	12
1.6. Практические занятия, их тематика и объем в часах	14
Часть 2. Пособие по выполнению контрольной работы	14
2.1. Общие методические указания	14
2.2. Построение рабочего технологического графика.....	22
2.3. Алгоритм выполнения работ	23
2.4. Пример расчета рабочего технологического графика.....	23
ПРИЛОЖЕНИЕ 1	28
ПРИЛОЖЕНИЕ 2	29

ДЛЯ ЗАМЕТОК

