

МЕТОДИКА РАБОТЫ ДОЛЖНОСТНЫХ ЛИЦ ПО СВЯЗИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ

А.Ю. Савицкий

Исследование посвящено применению технологии цифровых двойников и традиционных методов планирования, основывающихся на логических структурах сетей передачи данных. Внедрение цифровых двойников в процесс планирования и постановки задач для обеспечения связи значительно увеличивает эффективность этих процессов, сокращая время подготовки телекоммуникационного оборудования более чем в 20 раз и уменьшая вероятность ошибок при настройке благодаря тестированию в имитационной модели. Научная новизна исследования заключается в разработке инновационной методики работы должностных лиц по связи, основанной на использовании технологии цифровых двойников. Этот подход представляет собой новый способ оптимизации управления и существенно улучшает планирование и постановку задач на обеспечение связи.

Ключевые слова: система управления связи, организационное управление, оперативно-техническое управление, технологическое управление, планирование.

Исследование того, как войска связи выполняют свои задачи, и анализ методов, которые использует противник, показали, что планирование системы связи, особенно в полевых условиях, – это постоянный процесс. Он происходит на протяжении всей работы пунктов управления (ПУ). Поскольку оперативные группы ПУ часто перемещаются в зоне боевых действий, органам управления связью приходится постоянно корректировать сеть передачи данных в режиме реального времени [1]. Это нужно, чтобы система связи могла адаптироваться к изменениям в физической и логической структуре в зависимости от текущей ситуации. Благодаря такой адаптации сеть может выполнять требования по оперативности и качеству передачи информации с минимальными затратами времени. Должностные лица постоянно обеспечивают связь на протяжении всей работы ПУ. Кроме того,

исследования, показывают, что системы связи специального назначения должны быть готовы к дестабилизирующим воздействиям, таким как огневое поражение и радиоэлектронное подавление. Это подчёркивает важность гибкости и устойчивости систем связи в условиях боевых действий.

Организация управления. Планирование и постановка задач на обеспечение связи. Одним из ключевых компонентов системы связи является её система управления [2]. Она объединяет органы, пункты и средства управления, которые связаны между собой на организационном, оперативно-техническом и технологическом уровнях (рис.1) [1].

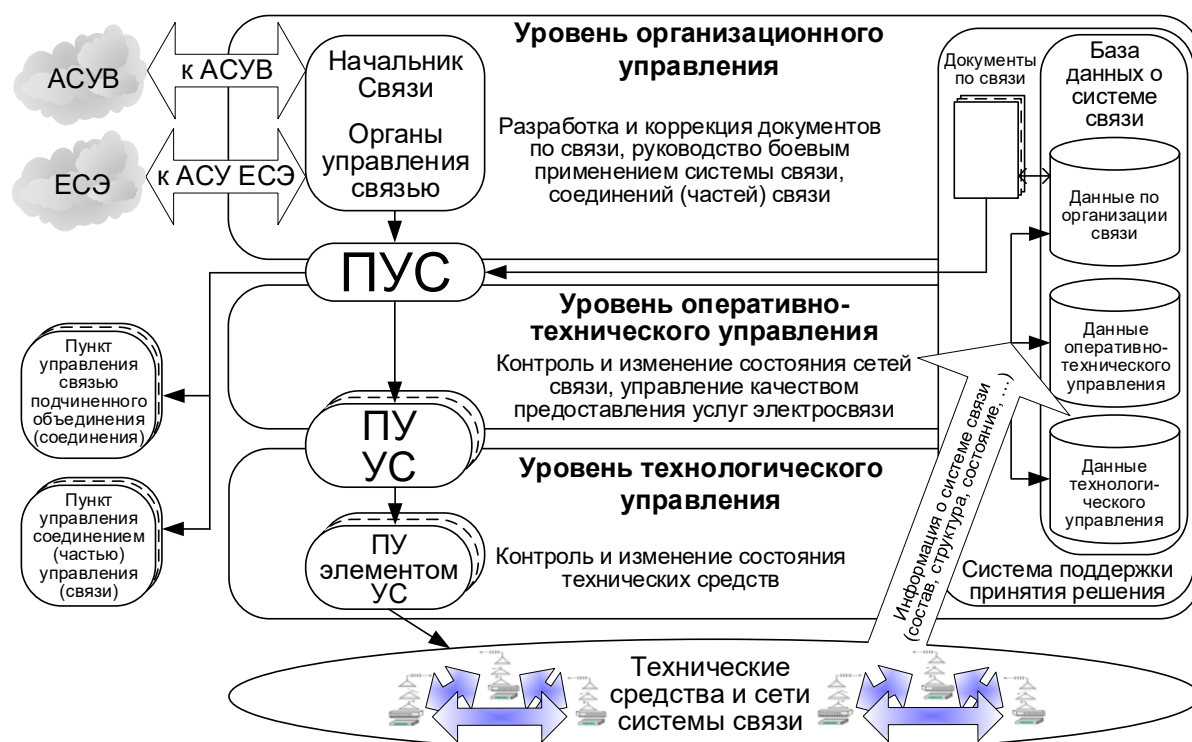


Рис. 1. Структуры системы управления связи

Система связи (СС) играет ключевую роль в любой системе управления, обеспечивая обмен информацией между различными элементами этой системы. Один из важнейших аспектов управления связью - это планирование связи. На его основе ставятся задачи подчинённым для выполнения поставленных целей. В настоящее время особенно сложной задачей является настройка телекоммуникационного оборудования, поскольку для каждого устройства требуется разработать свой комплект данных по связи.

Кроме того, для обеспечения эффективного функционирования необходимо планировать не только физическую связность оборудования, но и логические структуры создаваемых сетей связи.

В соответствии с [2] и организацией процессов управления связью при планировании и постановке задач на обеспечение связи можно выделить три уровня модели системы управления СС (рис.2), каждый из которых решает определённые задачи.

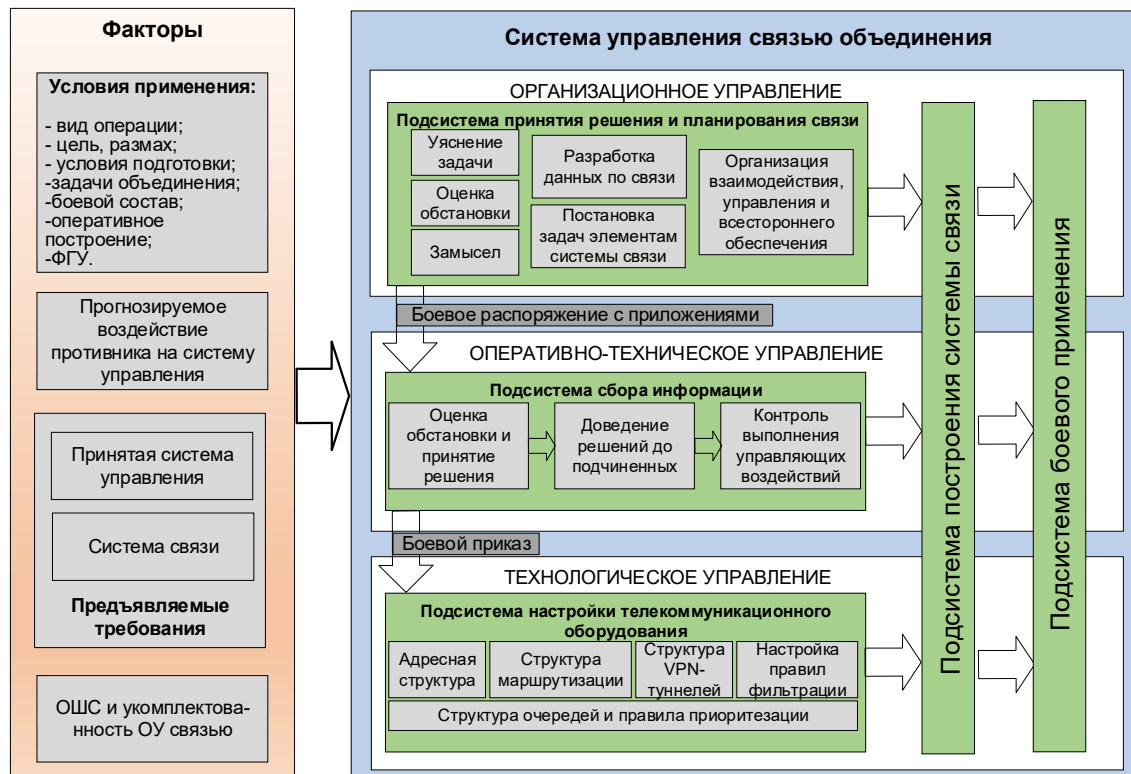


Рис. 2. Модель системы управления связью

Традиционный метод планирования включает в себя несколько этапов:

На организационном уровне начальник связи определяет общую структуру сетей передачи данных связи и ставит задачу подчинённым в виде боевого распоряжения с приложениями.

На организационно-техническом уровне командир воинской части связи и штаб, получив боевое распоряжение, детализируют задачу, разрабатывая общую схему-приказ на узлы связи с приложениями. Командир подразделения готовит схемы-приказы на боевые посты.

На технологическом уровне механик аппаратной связи, используя полученные схемы-приказы и технологические карты, настраивает телекоммуникационное оборудование.

Настройка оборудования в соответствии с запланированными логическими структурами критически важна для эффективной работы системы связи [3]. Логические структуры служат основой для организации и управления потоками данных, ресурсами и функциями системы, позволяя разделить её на отдельные модули, каждый из которых выполняет определённые задачи. Это упрощает управление, поддержку и модернизацию системы.

Разработка логических структур для сетей связи и комплектов данных по связи для узлов связи и телекоммуникационного оборудования остаётся сложной задачей [4].

Создание документов оперативно-технической службы, например схем-приказов, требует значительных временных затрат и привлечения

большого количества специалистов. Это затрудняет эффективное использование возможностей оборудования и обеспечение высокого качества услуг связи для должностных лиц.

Технология цифровых двойников может помочь решить эти проблемы [5,6]. Она позволяет создать виртуальную модель сети передачи данных, которая соответствует реальной системе связи. Это помогает точно и комплексно настроить телекоммуникационное оборудование.

Результаты моделирования, полученные с использованием программных образов реального телекоммуникационного оборудования, установленного в аппаратных связях, были проверены на соответствие действительности с помощью теста Шапиро–Уилка. (рис. 3)

```
import scipy.stats as stats

# Применение теста Шапиро-Уилка
def shapiro_wilk_test(data):
    stat, p_value = stats.shapiro(data)
    return stat, p_value

# Данные для интервалов
data_10_15 = [10, 12, 14, 10, 15, 13, 11, 12, 13, 15, 14, 11, 10, 12, 15, 11, 13, 14, 12, 15]
data_10_20 = [10, 15, 17, 12, 14, 19, 10, 16, 20, 13, 11, 18, 12, 15, 19, 14, 11, 16, 20, 10]
data_10_25 = [10, 20, 15, 12, 14, 22, 11, 16, 25, 13, 18, 21, 10, 17, 24, 19, 11, 23, 12, 15]
data_10_30 = [10, 20, 25, 15, 14, 22, 13, 18, 28, 11, 17, 21, 26, 12, 29, 24, 19, 16, 27, 23]
data_10_40 = [10, 20, 35, 15, 14, 22, 13, 18, 28, 11, 17, 21, 26, 12, 30, 24, 19, 16, 27, 23]

# Применение теста Шапиро-Уилка
shapiro_10_15 = shapiro_wilk_test(data_10_15)
shapiro_10_20 = shapiro_wilk_test(data_10_20)
shapiro_10_25 = shapiro_wilk_test(data_10_25)
shapiro_10_30 = shapiro_wilk_test(data_10_30)
shapiro_10_40 = shapiro_wilk_test(data_10_40)

(shapiro_10_15, shapiro_10_20, shapiro_10_25, shapiro_10_30, shapiro_10_40)
```

Рис. 3. Использование теста Шапиро–Уилка в среде программирования Python

На рис. 4 показаны результаты проверки для разных интервалов отклонения.

Результаты тестов Шапиро–Уилка для всех указанных интервалов подтверждают нулевую гипотезу о том, что данные распределены нормально. Это свидетельствует о том, что модель адекватно отражает реальность.

Особенностью является то, что после моделирования конфигурационные файлы виртуального оборудования загружаются в реальное [9], в соответствии с его местом в сети. Процесс имитационного моделирования можно разделить на четыре этапа:

- 1) создание модели сети связи;
- 2) проверка эффективности сети связи;
- 3) подготовка конфигурационных файлов для оборудования в виртуальной модели;
- 4) загрузка этих файлов в реальное оборудование.

Interval	Statistic	P-value
10-15 минут	0.912	0.071
10-20 минут	0.928	0.141
10-25 минут	0.936	0.203
10-30 минут	0.960	0.551
10-40 минут	0.972	0.787

Рис. 4. Результаты применение теста Шапиро–Уилка

Такой подход даёт два важных преимущества: сокращение времени на подготовку телекоммуникационного оборудования к работе более чем в 20 раз. Чем больше сеть, тем заметнее этот эффект; снижение вероятности ошибок при настройке оборудования благодаря тестированию сети в имитационной модели.

Таким образом, можно сказать, что цифровой двойник (ЦД) – это комплекс программного обеспечения, который описывает поведение реальных объектов или систем в различных условиях. Он используется для прогнозирования этого поведения и оптимизации работы соответствующих систем управления. При работе с ЦД должностные лица не разрабатывают бумажные документы, а вводят исходные данные и анализируют полученные результаты и как итог формируется конфигурационный файл.

Методика работы должностных лиц по связи с применением цифровых двойников. Методика работы должностных лиц (ДЛ) по связи с применением цифровых двойников включает следующие шаги.

Определение целей и задач связи. Должностные лица анализируют потребности в связи, устанавливают требования к качеству связи и выбирают подходящие технологии.

Разработка цифрового двойника. Создаётся виртуальный прототип системы связи, который будет использоваться для моделирования и тестирования различных сценариев. Цифровой двойник должен точно отражать реальные характеристики системы связи, включая её топологию, оборудование и протоколы.

Симуляция и тестирование. С помощью цифрового двойника проводятся симуляции различных сценариев связи, включая изменение нагрузки, отказ оборудования и воздействие внешних дестабилизирующих факторов. Это позволяет оценить эффективность системы связи и выявить потенциальные проблемы до их возникновения в реальной системе.

Анализ результатов. После проведения симуляций и тестирования результаты анализируются должностными лицами по связи. Определяются слабые места системы связи и предлагаются меры по их устранению.

Планирование и постановка задач. На основе анализа результатов симуляций и тестирования должностные лица планируют мероприятия по обеспечению связи и ставят задачи подразделениям связи. Задачи могут

включать модернизацию оборудования, изменение конфигурации системы связи.

Реализация плана. Подразделения связи выполняют поставленные задачи, используя результаты симуляций и тестирования для оптимизации своих действий.

Мониторинг и адаптация. После реализации плана должностные лица продолжают мониторинг системы связи, используя цифровой двойник для выявления возможных проблем и корректировки действий подразделений связи.

Цель исследования – обеспечить повышение оперативности планирования и постановки задач на обеспечение связи с качеством не хуже требуемого.

Чтобы определить, как лучше организовать планирование и постановку задач, нужно учесть следующее:

- какие методы работы приняты в штабе объединения и сколько работы они предполагают;
- сколько времени есть на подготовку и проведение операции;
- как начальник связи решил распределить должностных лиц по связи.

На основе предоставленных начальных данных разрабатываются сетевые модели деятельности ответственных лиц в процессе планирования и постановки задач по обеспечению связи.

Методика работы ДЛ по связи, которая учитывает создание логических структур при планировании и постановке задач, включает в себя следующие этапы (рис. 5).

1. Создание структуры сети передачи данных (СПД), включая схемы и таблицы распределения IP-адресов.

2. Формулирование предложений по организации СПД, их рассмотрение и утверждение.

3. Разработка распоряжения по связи с приложениями.

4. Принятие решения о применении подчинённых подразделений связи для организации СПД и утверждение этого решения у вышестоящего руководства.

5. Подготовка распорядительных документов для использования подчинённых подразделений связи, включая схемы-приказы, данные по связи и таблицы распределения IP-адресов, а также их распространение.

6. Разработка документации для оперативно-технической службы на узлах связи.

7. Подготовка технологических карт для настройки телекоммуникационного оборудования в аппаратных связи в соответствии с их количеством.

8. Настройка телекоммуникационного оборудования (ТКО) согласно технологическим картам, учитывая количество аппаратных (N) и наличие подготовленных специалистов (M).



Рис. 5. Методика работы ДЛ при планировании и постановке задач на обеспечение связи без использования технологии цифровых двойников

Методика работы ДЛ по связи, учитывающая создание логических структур при планировании и постановке задач с использованием технологии цифровых двойников, включает следующие этапы (рис. 6).

1. Формирование структуры сети передачи данных (СПД), включая схемы и таблицы распределения IP-адресов.
2. Разработка предложений по организации СПД, их рассмотрение и утверждение.
3. Размещение элементов СПД в виртуальной лаборатории.
4. Создание адресной структуры СПД с использованием встроенных программ и «библиотечных образов» телекоммуникационного оборудования.
5. Тестирование параметров сформированной СПД.
6. Подготовка конфигурационных файлов.
7. Передача конфигурационных файлов на телекоммуникационное оборудование.
8. Загрузка конфигурационных файлов в реальное телекоммуникационное оборудование.

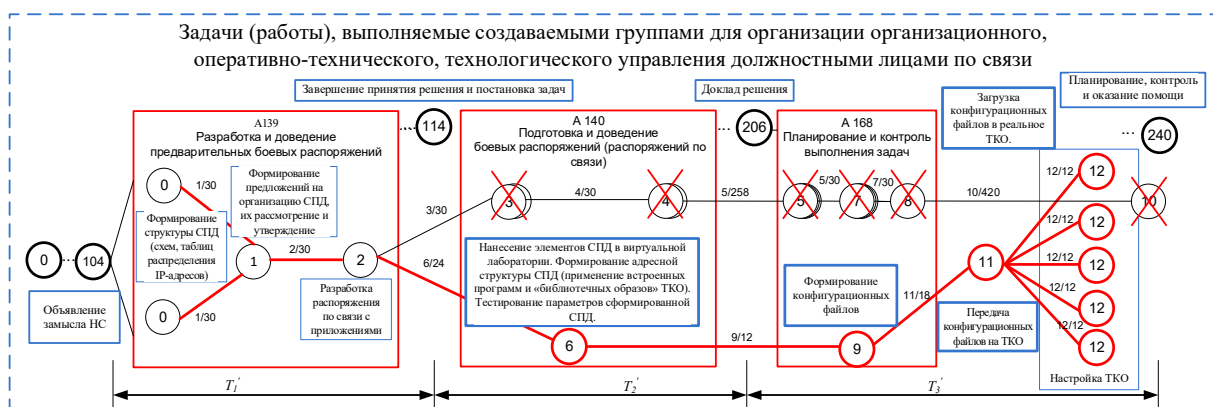


Рис. 6. Методика работы ДЛ при планировании и постановке задач на обеспечение связи с использованием технологии цифровых двойников

Применение методики работы ДЛ при планировании и постановке задач на обеспечение связи с использованием технологии цифровых двойников существенно повышает оперативность планирования и обеспечения связи, уменьшает вероятность ошибки и сокращает время на принятие решений (рис. 7).



Рис. 7. Сравнение временных затрат ДЛ на планирование и постановку задач с применением технологии цифровых двойников и без неё

Изучение системы управления и методов работы должностных лиц по связи, которые включают создание логических структур, позволило определить продолжительность управленческого цикла и оценить возможность системы выполнять планирование и постановку задач на обеспечение связи в установленные сроки.

В итоге мы пришли к выводу, что текущие методы работы штабов не могут гарантировать своевременное выполнение задач на обеспечение связи с необходимым уровнем качества и детализации.

Использование метода работы должностных лиц по связи с применением цифровых двойников является эффективным решением, которое позволяет эффективно планировать и обеспечивать связь. Этот метод учитывает продолжительность управленческого цикла и способность системы выполнять задачи с нужным качеством и уровнем детализации, что особенно важно в современном мире, где скорость и точность играют решающую роль.

Заключение. В ходе исследования системы управления и методик работы должностных лиц по связи применен комплексный подход:

собрали и проанализировали данные о существующих методиках работы;

создали модель системы управления для оценки её эффективности;

сравнили существующие методики работы с предложенной методикой работы с использованием технологии цифровых двойников.

Исследование показало, что существующие методы работы штабов не позволяют обеспечить своевременную постановку задач на обеспечение связи с требуемым качеством.

Методика работы должностных лиц по связи объединения с применением технологии цифровых двойников может быть эффективно использована в других регионах, применяющих цифровые средства связи. Она способствует повышению эффективности процессов планирования и постановки задач на обеспечение связи, а также улучшает качество планирования и детализации задач.

Список литературы

1. Иванов В.Г. Основы построения и оценки эффективности функционирования системы связи специального назначения в международном вооруженном конфликте на основе многосферной и конвергентной структуры ее элементов: монография. СПб.: ПОЛИТЕХ, 2023. 298 с.
2. Боговик А. В., Игнатов В. В. Теория управления в системах военного назначения. СПб.: ВАС. 2008. 468 с.
3. Падишин С.А., Сазыкин А.М., Даньшин С.С., Грищенко К.А. Имитационное планирование системы связи специального назначения на основе применения технологии цифровых двойников // Вопросы оборонной техники. 2022. № 16. С. 48–55.
4. Грищенко К.А. Способ построения цифрового двойника сети связи. // Вопросы радиоэлектроники. серия: техника телевидения. 2023. № 4. С. 54–61.
5. Лукьянчик В.Н., Савицкий А.Ю., Иванов В.Г. Направления развития системы управления полевыми узлами связи объединения // Научно-технический сборник. Труды академии. 2020. № 108. С. 243–249.
6. Тенденции технического развития системы связи группировки войск (сил) / В.Г. Иванов, А.И. Астахов, С.П. Кривцов [и др.] // Стратегическая стабильность. 2020. № 3/92. С. 39–43.
7. Копичев О.А., Николаев А.Е. Современные войны: анализ тенденций развития межгосударственного противоборства, классификация форм и способов борьбы, формирование признаков и критериев военного конфликта // Системы управления, связи и безопасности. 2021. № 1. С. 1–32.
8. Ермишян А.Г. Теоретические основы построения систем военной связи в объединениях и соединениях: учебник: в 3 ч. СПб., 2005. Ч. 1. Методологические основы построения организационно-технических систем военной связи. 740 с.
9. Имитационное планирование системы связи объединения на основе применения виртуальной сетевой лаборатории EVE-NG / С.А. Падишин, А.И. Литвинов, К.О. Манаков [и др.] // Известия РАН. 2020. Вып. 5 (115). С. 148–157.

10. Имитационное планирование системы связи специального назначения на основе применения технологии цифровых двойников / С.А. Падишин, А.М. Сазыкин, С.С. Даньшин [и др.] // Вопросы оборонной техники. Серия 16: Технические средства противодействия терроризму. 2021. № 7–8 (157–158). С. 48–55.

11. Бегаев А.Н., Стародубцев Ю.И., Фёдоров В.Г. Методика оценки управляемости фрагмента сети связи общего пользования с учетом влияния множественности центров управления и деструктивных программных воздействий // Вопросы кибербезопасности. 2017. № 4 (22). С. 32–39.

Савицкий Алексей Юрьевич, адъюнкт, savialexy7@mail.ru, Россия, Санкт-Петербург, Военная академия связи им. Маршала Советского Союза С.М. Буденного

*WORK METHODOLOGY OF OFFICIALS IN CONNECTION
WITH THE USE OF DIGITAL TWINS*

A.Yu. Savitsky

The study is devoted to the application of digital twin technology. And traditional planning methods based on the logical structures of data transmission networks. The introduction of digital twins in the process of planning and setting tasks for ensuring communication significantly increases the efficiency of these processes, reducing the time for preparing telecommunications equipment by more than 20 times and reducing the likelihood of errors during configuration due to testing in a simulation model. The scientific novelty of the study lies in the development of an innovative methodology for the work of communication officials based on the use of digital twin technology. This approach is a new way to optimize management and significantly improves planning and setting tasks for ensuring communication.

Keywords: communication management system, organizational management, operational and technical management, technological management, planning.

Savitsky Alexey Yurievich, adjunct, savialexy7@mail.ru, Russia, St. Petersburg, Military Academy of Communications named after Marshal of the Soviet Union S.M. Budyonny