

*Лагутина Елизавета Игоревна,*  
докторант, канд. техн. наук

**СИСТЕМНО-ИНФОРМАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ ФАКТОРОВ,  
ВЛИЯЮЩИХ НА УРОВЕНЬ ГОТОВНОСТИ ОБРАЗЦА ТЕХНИКИ  
СВЯЗИ К ОБЕСПЕЧЕНИЮ СВЯЗИ**

Россия, Рязань, Рязанское гвардейское высшее воздушно-десантное  
командное училище, below8585@mail.ru

*Аннотация.* Система управления уровнем готовности образца техники связи к обеспечению связи рассмотрена, как сложная система, определён состав этой системы, причинно-следственные связи входящих в неё элементов. На основании проведённого анализа построена нечёткая когнитивная карта влияния факторов на уровень готовности образца техники связи к обеспечению связи, определены системные и интегральные показатели когнитивной карты, позволяющие произвести анализ влияния факторов на целевую функцию – уровень готовности образца техники связи к обеспечению связи.

*Ключевые слова:* уровень готовности, образец техники связи, когнитивная карта, когнитивное моделирование, анализ факторов влияния.

*Elizabeth I. Lagutina,*  
Doctoral Candidate, Candidate of Technical Sciences

**SYSTEM INFORMATION ANALYSIS OF FACTORS AFFECTING  
THE LEVEL OF READINESS OF A SAMPLE OF COMMUNICATION  
EQUIPMENT TO PROVIDE COMMUNICATION**

Ryazan Higher Airborne Command School named after Army General  
V. F. Margelov, Ryazan, Russia, below8585@mail.ru

*Abstract.* The control system for the level of readiness of a sample of communication technology to ensure communication is considered as a complex system, the composition of this system, the causal relationships of its elements are determined. Based on the analysis, a fuzzy cognitive map of the influence of factors on the level of readiness of a sample of communication technology to provide communication was constructed, system and integral indicators of the cognitive map were determined, allowing an analysis of the influence of factors on the target function – the level of readiness of a sample of communication technology to provide communication.

*Keywords:* level of readiness, communication technique sample, cognitive map, cognitive modeling, analysis of influence factors.

*«Наши успехи связаны с тем, насколько системно мы подходим к решению проблем, а наши неудачи вызваны отступлениями от системности».*

Несмотря на то, что само понятие «система» появилось ещё в Древней Элладе (ориентировочно две тысячи пятисотый – двухтысячный годы до нашей эры), а вопрос о научном подходе к управлению сложными системами поставил ещё Андре Мари Ампер в середине XIX века, выделив в своей классификации наук специальную науку об управлении – кибернетику, нерешённых научных проблем в этой области и по сей день остаётся достаточно.

К сожалению, не является исключением и вопрос оценки технического состояния техники связи, которому присущи нижеследующие недостатки (см. рис. 1).

1) Плановый характер проведения проверок и тренировок по связи. Даже несмотря на возможность проведения внезапных проверок их число ограничено объективными факторами.

2) Ограниченные возможности по проверке парка техники связи.

3) Отсутствие актуальной информации о состоянии техники связи в подавляющие промежутки времени. По сути, информация актуальна только на момент проверки.

4) Отрыв личного состава на момент проверки (тренировки по связи) от боевой, технической и других видов подготовки. В дополнение к этому происходит задействование практически всего личного состава управления в обеспечении доступа лиц, проводящих проверку, к необходимой им информации, вооружению, военной и специальной технике в рамках их полномочий.

5) Невозможность исключения влияния человеческого фактора на результаты проверки. Причём речь идёт не только о наличии «человеческого фактора» со стороны проверяющего должностного лица. Вероятность разовых, не системных «неудовлетворительных» или, наоборот, «отличных» результатов проверки отдельных элементов, обусловленных действиями проверяемых должностных лиц, оказывает значительное влияние на итоговый результат, но при этом не всегда является объективным показателем вследствие кратковременной продолжительности периода проверки относительно не контролируемого временного периода.

Изложенные выше недостатки стали возможны вследствие использования неэффективных методов контроля технического состояния техники связи и автоматизированных систем управления (ТС и АСУ), которые, в совокупности с неинформативными и неэффективными критериями оценки, обеспечивают невысокую объективность получаемой информации. В дополнение к этому степень необъективности усиливается естественным стремлением должностных лиц проверяемых подразделений

показать как можно более высокие результаты в ходе проверок. Очевидно, что добиться желаемых целей на более коротком временном промежутке значительно легче, чем поддерживать их на требуемом уровне на постоянной основе.

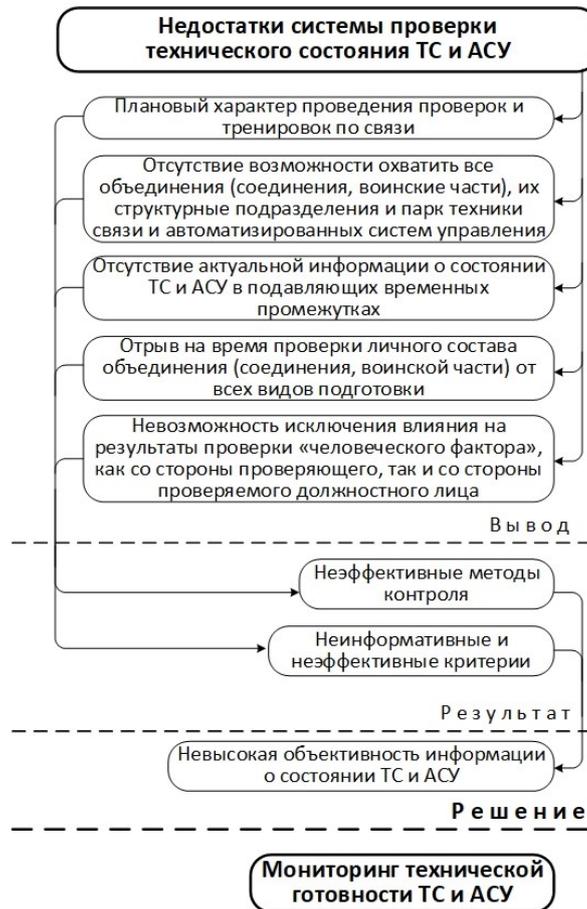


Рис. 1. Недостатки системы проверки технической готовности ТС и АСУ

С учётом степени информатизации всех сфер деятельности, современного уровня развития информационных систем и систем обработки данных решением в сложившейся ситуации может быть организации мониторинга технического состояния техники связи – непрерывного процесса наблюдения и регистрации параметров объектов (или системы) в сравнении с заданными критериями [1].

Качественная организация этого процесса возможна только с применением системно-информационного подхода, который увязывает функционирование системы с процессами получения, обработки, передачи и хранения информации, как способа связи элементов друг с другом, каждого из элементов – с системой в целом, а системы – с внешней средой. Как инструмент анализа и управления в рамках рассматриваемой тематики было выбрано когнитивное моделирование. Это было сделано по двум причинам. Во-первых, когнитивное моделирование в полной мере

удовлетворяет требованиям системно-информационного подхода к информационной базе, а именно:

- достоверность количественных/качественных характеристик и показателей;
- достаточность и комплексность представляемой информации;
- системность представляемой информации, предполагающая возможность взаимной увязки показателей различных информационных блоков и уровней;
- сопоставимость, непротиворечивость количественных и качественных характеристик и показателей друг другу.

Во-вторых, когнитивное моделирование позволяет описать структуру и поведение сложной системы в условиях неопределенности с реализацией междисциплинарного подхода к проблемам принятия решений.

Когнитивное моделирование – это моделирование на основе когнитивных карт, выполняемое с целью исследования структуры системы, процессов её функционирования и поиска оптимальной (в том или ином смысле) стратегии управления системой. Это определение отражено в концептуальной модели когнитивного моделирования (1), основными элементами которой являются система знаний о системе  $FK(S)$  («full knowledge»), её текущее  $C^0(S)$  и целевое  $C^P(S)$  состояние и, исходящая из разницы состояний, стратегия управления  $U(FK)$  [2]:

$$FK(S): C^0(S) \Rightarrow C^P(S) |_{U(FK)}. \quad (1)$$

Этапами когнитивного моделирования являются:

- разработка когнитивной модели (карты);
- статистический (структурно-целевой) анализ, исследование свойств когнитивной модели;
- динамический (сценарный) анализ;
- генерация и отбор необходимых управленческих решений и организационных решений [3].

В качестве целевой функции в разработанной когнитивной карте был принят «уровень готовности образца техники связи к обеспечению связи». В общем случае под «уровнем готовности» понимается комплексный показатель, характеризующий способность объекта (их совокупности, или системы) быть в готовности к использованию по назначению в текущий момент времени и следующий за ним [1]. Исходя из этого «уровень готовности образца техники связи к обеспечению связи» – комплексный показатель, характеризующий способность образца техники связи быть в готовности к обеспечению связи согласно схеме-приказ в текущий момент времени и следующий за ним. Определение уровня готовности ТС и АСУ предполагает под собой как решение задачи генезиса, заключающееся в оценке работы должностных лиц по поддержанию требуемого уровня

готовности на интервале времени  $[T_0 - \Delta T; T_0]$ , так и решение задачи прогноза, заключающееся в оценке уровня готовности на интервале времени  $[T_0; T_0 + \Delta T]$ .

По результатам анализа руководящих документов, а также накопленного теоретического и практического опыта в области обеспечения готовности ТС и АСУ к обеспечению связи, с помощью экспертов был составлен согласованный список концептов, которые можно объединить в следующие группы:

группа 1 – концепты, характеризующие эксплуатационные свойства ТС и АСУ;

группа 2 – концепты, характеризующие эксплуатацию ТС и АСУ;

группа 3 – концепты, характеризующие экипаж образца ТС и АСУ;

группа 4 – концепты, характеризующие техническое состояние образца ТС и АСУ;

группа 5 – концепты, характеризующие готовность к приведению в высшие степени боевой готовности.

Также с помощью экспертов были установлены взаимосвязи между выявленными концептами и определены коэффициенты весомости каждой из них в диапазоне  $[-1; 1]$ .

На основании полученных данных была построена когнитивная карта системы управления уровнем готовности образца техники связи к обеспечению связи (см. рис. 2). Необходимо отметить, что все связи в когнитивной карте положительные, что является частным случаем.

На этапе исследования свойств когнитивной модели в первую очередь была сформирована матрица смежности (см. табл. 1), не только отображающая непосредственные связи между концептами, установленные экспертами, но и позволяющая даже чисто визуально выявить неявные, опосредованные взаимные влияния концептов. Примером прямых связей могут служить связи  $k1 \rightarrow k19$ ,  $k10 \rightarrow k18$ , опосредованных связей –  $k7 \rightarrow k18$  через  $k11$ .

С целью определения опосредованного влияния всех концептов когнитивной карты друг на друга была произведена процедура транзитивного замыкания  $R: R^{\wedge} = R \vee R^2 \vee R^3 \vee \dots$ . Результат данной процедуры представляется в виде транзитивно-замкнутой матрицы (ТЗМ) взаимовлияний концептов (см. табл. 2), состоящей в нашем случае только положительных элементов, характеризующих максимальные положительные причинно-следственные пути между всеми концептами.

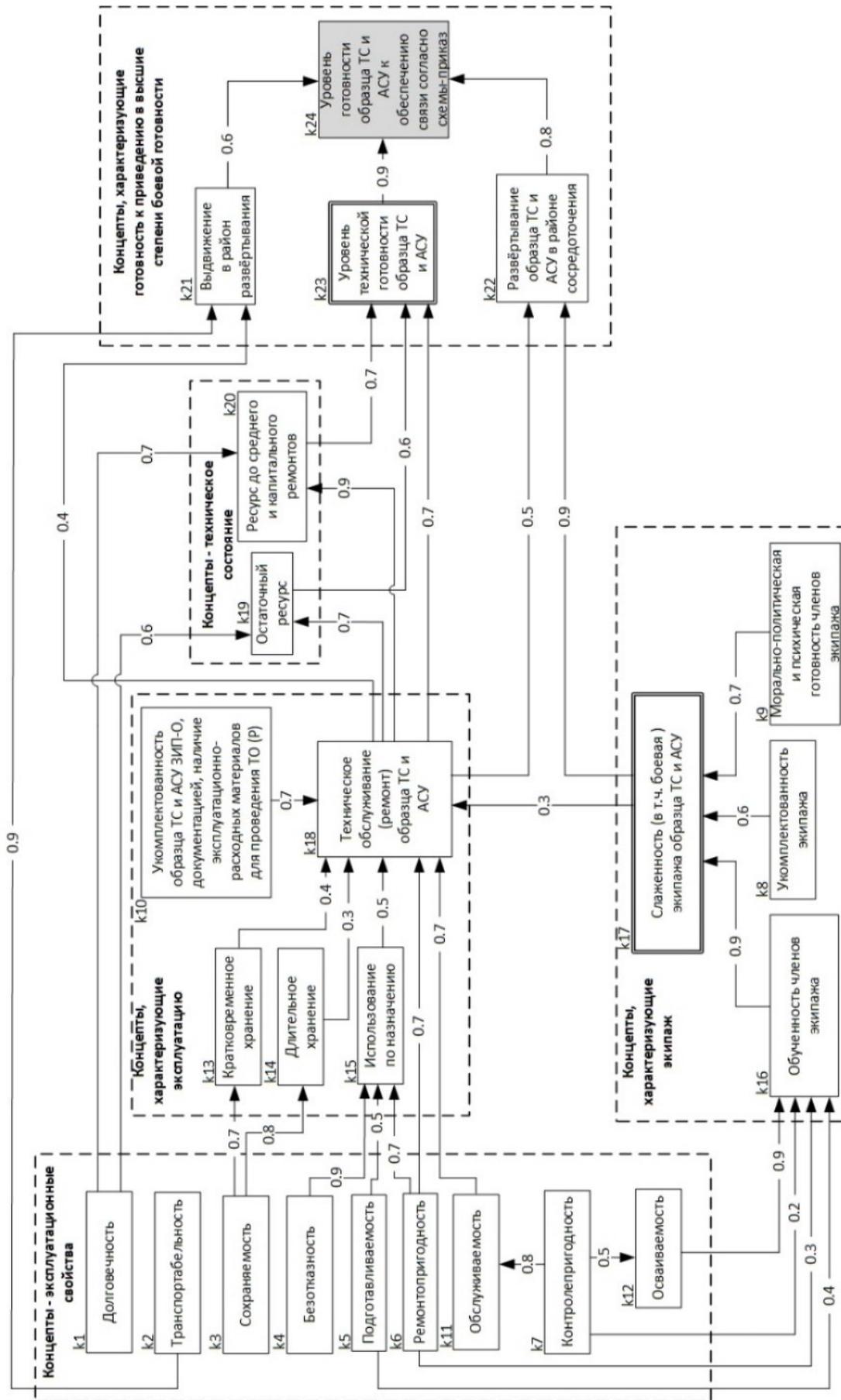


Рис. 2. Когнитивная карта системы управления уровнем готовности образца ТС и АСУ к обеспечению связи согласно схемы-приказа

Таблица 1

**Матрица смежности когнитивной карты системы управления уровнем готовности образца ТС и АСУ к обеспечению связи (фрагмент)**

	k11	k12	k13	k14	k15	k16	k17	k18	k19	k20	k21
k1	–	–	–	–	–	–	–	–	<b>0,59</b>	<b>0,73</b>	–
k2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	<b>0,93</b>
k3	–	–	<b>0,65</b>	<b>0,75</b>	–	–	–	–	–	–	–
k4	–	–	–	–	<b>0,88</b>	–	–	–	–	–	–
k5	–	–	–	–	<b>0,53</b>	<b>0,41</b>	–	–	–	–	–
k6	–	–	–	–	<b>0,73</b>	<b>0,29</b>	–	<b>0,73</b>	–	–	–
k7	<b>0,80</b>	<b>0,53</b>	–	–	–	<b>0,20</b>	–	–	–	–	–
k8	–	–	–	–	–	–	<b>0,58</b>	–	–	–	–
k9	–	–	–	–	–	–	<b>0,70</b>	–	–	–	–
k10	–	–	–	–	–	–	–	<b>0,73</b>	–	–	–
k11		–	–	–	–	–	–	<b>0,73</b>	–	–	–

Таблица 2

**Транзитивно-замкнутая матрица взаимовлияний концептов (фрагмент)**

	k11	k12	k13	k14	k15	k16	k17	k18	k19	k20	k21
k1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,59</b>	<b>0,73</b>	0,00
k2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,93</b>
k3	0,00	0,00	<b>0,65</b>	<b>0,75</b>	0,00	0,00	0,00	<b>0,28</b>	<b>0,20</b>	<b>0,24</b>	<b>0,11</b>
k4	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,88</b>	0,00	0,00	<b>0,42</b>	<b>0,30</b>	<b>0,36</b>	<b>0,17</b>
k5	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,53</b>	<b>0,41</b>	<b>0,36</b>	<b>0,25</b>	<b>0,18</b>	<b>0,22</b>	<b>0,10</b>
k6	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,73</b>	<b>0,29</b>	<b>0,25</b>	<b>0,73</b>	<b>0,53</b>	<b>0,63</b>	<b>0,29</b>
k7	<b>0,80</b>	<b>0,53</b>	0,00	0,00	0,00	<b>0,20</b>	<b>0,40</b>	<b>0,58</b>	<b>0,42</b>	<b>0,51</b>	<b>0,23</b>
k8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,58</b>	<b>0,14</b>	<b>0,10</b>	<b>0,13</b>	<b>0,06</b>
k9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,70</b>	<b>0,18</b>	<b>0,13</b>	<b>0,15</b>	<b>0,07</b>
k10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,73</b>	<b>0,53</b>	<b>0,63</b>	<b>0,29</b>
k11		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,73</b>	<b>0,53</b>	<b>0,63</b>	<b>0,29</b>

Элементы ТЗМ могут использоваться в качестве показателей, характеризующих динамику достижения одной или нескольких целей. Также матрица позволяет решать задачи проблемно-целевого анализа процесса управления уровнем готовности образца ТС к обеспечению связи [4].

Именно на основе сформированной матрицы рассчитываются системные показатели нечеткой когнитивной карты: консонанс, диссонанс, положительное и отрицательное влияние концептов друг на друга и на систему в целом и другие системные и интегральные показатели, используемые для исследования свойств анализируемой системы (см. табл. 3).

**Системные показатели когнитивной карты системы управления уровнем готовности образца ТС и АСУ к обеспечению связи (фрагмент)**

Концепт	Нормированное влияние концепта на систему	Нормированное влияние системы на концепт	Консонанс влияния концепта на систему	Консонанс влияния системы на концепт	Диссонанс влияния концепта на систему	Диссонанс влияния системы на концепт
<b>Концепты – эксплуатационные свойства</b>						
<b>k1</b>	0,040	–	0,167	–	0,417	–
<b>k2</b>	0,026	–	0,083	–	0,500	–
<b>k3</b>	0,048	–	0,375	–	0,208	–
<b>k4</b>	0,051	–	0,333	–	0,250	–
<b>k5</b>	0,049	–	0,417	–	0,167	–
<b>k6</b>	0,084	–	0,417	–	0,167	–
<b>k7</b>	0,085	–	0,458	–	0,125	–
<b>k11</b>	0,062	0,014	0,292	0,042	0,250	0,375
<b>k12</b>	0,063	0,009	0,375	0,042	0,125	0,417
<b>Концепты, характеризующие эксплуатацию</b>						
<b>k10</b>	0,062	–	0,292	–	0,292	–
<b>k13</b>	0,036	0,011	0,292	0,042	0,167	0,458
<b>k14</b>	0,024	0,013	0,292	0,042	0,125	0,500
<b>k15</b>	0,040	0,037	0,292	0,125	0,083	0,458
<b>k18</b>	0,067	0,103	0,250	0,625	0,000	0,083

Даже в таком виде сведённые воедино системные показатели когнитивной карты могут многое рассказать о самой моделируемой системе. Так, наибольшим нормированным влиянием на систему обладают концепты k6 «Ремонтопригодность» и k7 «Контролепригодность». Они же обладают наибольшими значениями консонанса влияния концепта на систему, и средними по величине значениями диссонанса, что говорит о согласованности их роли и места в разработанной модели. Высокими значениями влияния на систему и достаточно высоким консонансом одновременно со средним значением диссонанса также отличаются концепты k11 «Обслуживаемость», k12 «Осваиваемость» и k10 «Укомплектованность образца ЗИП-О, документацией, наличие материалов для ТО (Р)». Соответственно, положительно влияя на вышеперечисленные факторы, можно «сдвинуть» всю систему в положительную сторону – повысить значение целевой функции – уровня технической готовности образца техники связи к обеспечению связи. Интересно рассмотреть ещё один концепт из приведённого фрагмента таблицы – k18 «Техническое обслуживание (ремонт)

образца техники связи». В дополнение к тому, что этот концепт обладает высоким значением нормированного влияния на систему, ещё и система имеет на него сильное положительное влияние – то есть система и концепт взаимно усиливают друг друга.

На примере фрагмента таблицы 3 и именно для приведённых в ней концептов в целях наглядной демонстрации озвученной ранее информации сформирована и таблица 4, в которой показана динамика изменения уровня готовности образца техники связи к обеспечению связи при изменении на 0,2 значения индикаторов концептов с разными системными показателями: концепт, имеющий сильное влияние на систему и высокий консонанс обеспечивает изменение уровня почти в два раза большее, чем концепт со слабым влиянием, и на 25–36 % больше, чем концепты с сильным влиянием, но средними значениями консонанса.

Таблица 4

**Моделирование изменения уровня готовности образца ТС и АСУ к обеспечению связи (фрагмент)**

	Произвольные начальные значения индикаторов	Увеличенное значение индикатора концепта, имеющего слабое влияние на систему – k13	Увеличенное значение индикатора концепта, имеющего сильное влияние на систему и среднее значение консонанса – k10	Увеличенное значение индикатора концепта, имеющего сильное взаимное влияние с системой и средний консонанс – k18	Увеличенное значение индикатора у концепта, имеющего сильное влияние на систему, и высокий консонанс – k7
Уровень готовности	0,456	0,467	0,474	0,476	0,481
Изменение уровня в %		2,38	4,06	4,44	5,57

Таким образом, построенная когнитивная карта и применение результатов анализа её системных показателей в значительной степени повышают эффективность воздействия на систему управления уровнем технической готовности образцов техники связи и способствуют принятию обоснованных управленческих решений.

#### Список литературы

1. Заяц Ю. А., Шабанов А. В. Постановка задач прогнозирования в системе управления технической готовностью военной автомобильной техники // Научный резерв. – 2020. – № 1(9). – С. 18–23.

2. Караев Р. А., Садыхова Н. Ю. Преимущества когнитивного менеджмента для управления предприятием в современных условиях // Бизнес-информатика. – 2020. – № 2, Т. 14. – С. 36–47.

3. Горелова Г. В. Когнитивное моделирование сложных систем: состояние и перспективы // Системный анализ в проектировании и управлении: сб. науч. трудов XXV Междунар. науч. и уч.-практич. конф. 13–14 октября 2021 г.: в 3-х частях. – Ч. 1 – СПб. : ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2021. – С. 224–248.

4. Макарова Е. А., Закиева Е. Ш., Габдуллина Э. Р. Поддержка принятия решений по управлению качеством образования на основе нечётких когнитивных карт Силова // Современные наукоёмкие технологии. – 2019. – № 1. – С. 76–81.