

УДК 004.67

DOI: [10.26102/2310-6018/2020.28.1.029](https://doi.org/10.26102/2310-6018/2020.28.1.029)

## Обоснование состава программного комплекса оптимизации и исследования эффективности выбора вариантов модернизации инфокоммуникационных сетей

Д.Д. Зверева, В.В. Меньших

*Воронежский институт МВД России, Воронеж, Российская федерация*

**Резюме:** В современных условиях достаточно часто возникает необходимость корректировки требований к передаче и получению данных различными организациями. В связи с этим в организациях периодически возникает потребность в осуществлении модернизации собственных инфокоммуникационных сетей или изменении условий использования сегментов сетей общего пользования. Вопрос распределения ресурсов на замену оборудования в плановом режиме (замена оборудования в связи с его износом и устареванием, техническое обслуживание и тд.) хорошо изучен, поэтому в работе он не рассматривается. В предыдущих работах были разработаны модели выбора оптимального варианта модернизации инфокоммуникационной сети для различных целей модернизации, численный метод и алгоритм оптимизации выбора вариантов модернизации сети, основанный на использовании схемы ветвей и границ, включающий способы построения дерева частичных решений, оценок частичных решений и обхода дерева частичных решений. В данной работе представлены структурные схемы работы программного комплекса для двух режимов работы: режима поддержки принятия решений при модернизации инфокоммуникационных сетей организаций и режима имитации процесса принятия решений в интересах выявления зависимостей влияния возможных вариантов модернизации на повышение эффективности работы сети.

**Ключевые слова:** инфокоммуникационная сеть, приоритетные направления передачи информации, пропускная способность сети, схема ветвей и границ, комплекс программ.

**Для цитирования:** Зверева Д.Д., Меньших В.В. Обоснование состава программного комплекса оптимизации и исследования эффективности выбора вариантов модернизации инфокоммуникационных сетей. *Моделирование, оптимизация и информационные технологии*, 2020;8(1). Доступно по: [https://moit.vivt.ru/wp-content/uploads/2020/02/ZverevaMenshikh\\_1\\_20\\_1.pdf](https://moit.vivt.ru/wp-content/uploads/2020/02/ZverevaMenshikh_1_20_1.pdf) DOI: 10.26102/2310-6018/2020.28.1.029

## Substantiation of the composition of the program complex of optimization and research of efficiency of choice of options for infocommunication networks modernization

D.D. Zvereva, V.V. Menshikh

*Voronezh Institute of the Ministry of the Interior of Russia, Voronezh, Russian Federation*

**Abstract:** In modern conditions, quite often there is a need to adjust the requirements for the transmission and receipt of data by various organizations. In this regard, organizations periodically need to modernize their own infocommunication networks or change the conditions for the use of public networks segments. The allocation of resources for the replacement of equipment in a planned mode (equipment replacement due to wear and tear, obsolescence, maintenance, etc.) is well understood, therefore, it is not considered in the work. In previous works, models were developed for choosing the best option for upgrading the infocommunication network for various modernization purposes, a numerical method and an algorithm for optimizing the choice of network modernization options based on the use of the branch

and bound scheme, including methods for constructing a partial solution tree, estimating partial solutions, and traversing of partial solutions tree. This work presents the structural diagrams of the program complex for two operating modes: a decision support mode for modernization infocommunication networks of organizations and a decision process simulation mode in the interest of identifying the dependencies of improving network efficiency on possible modernization options.

**Keywords:** infocommunication network, priority ways of information transfer, network throughput, maximum flow, branch and bound scheme, program complex.

**For citation:** Zvereva D.D., Menshikh V.V. Substantiation of the composition of the program complex of optimization and research of efficiency of choice of options for infocommunication networks modernization. *Modeling, Optimization and Information Technology*, 2020;8(1). Available from: [https://moit.vivt.ru/wp-content/uploads/2020/02/ZverevaMenshikh\\_1\\_20\\_1.pdf](https://moit.vivt.ru/wp-content/uploads/2020/02/ZverevaMenshikh_1_20_1.pdf) DOI: 10.26102/2310-6018/2020.28.1.029 (In Russ).

## Введение

Обеспечение эффективной работы организации достигается при помощи различных вариантов использования инфокоммуникационных сетей, приведенных в [1-4]. Изменение условий функционирования организаций, определяемое сокращением или увеличением объемов финансирования и (или) их информационных потребностей, может вызывать необходимость модернизации используемых ими инфокоммуникационных сетей, предназначенных для передачи информации и доступа к информационным ресурсам. Таким образом, возникает необходимость оптимизировать процесс выбора вариантов модернизации и (или) условий работы инфокоммуникационных сетей (сегментов сетей).

Для разработки модели оптимизации выбора вариантов модернизации сети в [5-7] в качестве показателей эффективности использованы:

- пропускные способности отдельных направлений передачи информации;
- взвешенный показатель пропускной способности, учитывающий важность передачи информации по отдельным направлениям;
- затраты на модернизацию.

Модели и численные методы оценки указанных показателей и оптимизации выбора вариантов модернизации инфокоммуникационных сетей приведены в [5-11]. Указанные модели и методы могут быть использованы как в системах поддержки принятия решений по модернизации инфокоммуникационных сетей организаций, так и в исследовательских целях для выявления зависимостей влияния возможных вариантов модернизации на повышение эффективности работы сети.

Данная работа посвящена описанию комплекса программ, реализующего разработанные модели и методы и порядок его использования для решения перечисленных задач.

## Анализ условий использования программного комплекса

При использовании инфокоммуникационной сети (сегмента сети) может быть выделено множество приоритетных направлений передачи информации  $N = \{n_1, n_2, \dots, n_{|N|}\}$ , которые обеспечивают эффективную работу организации, эксплуатирующей данную инфокоммуникационную сеть. Для каждого выделенного направления передачи информации  $n_i \in N$  в свою очередь будем считать заданными [5-7]:

$\alpha_i$  – важность использования направления;

$p_i$  – пропускная способность сети по передаче информации по данному направлению.

При выделении в сети нескольких направлений передачи информации могут возникнуть конфликтные ситуации, образующиеся в случае использования некоторой линии связи на нескольких направлениях и необходимости одновременной передачи различной информации по ней [12].

Примеры сетей с возможными конфликтами и без конфликтов представлены на Рисунке 1.

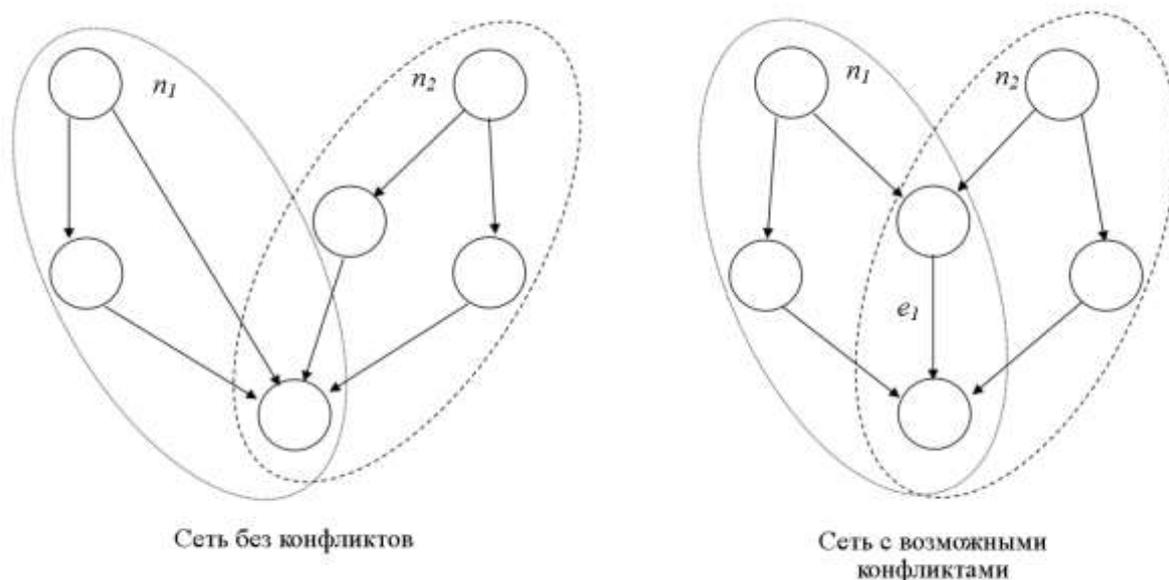


Рисунок 1 - Примеры сетей без конфликтов и с возможными конфликтами  
 Figure 1 – Examples of networks without conflicts and with possible conflicts

На Рисунке 1 видно, что линия связи  $e_1$ , используется для передачи информации, как по первому, так и по второму направлению.

Работа с программным комплексом может проходить в двух режимах:

режим поддержки принятия решений при модернизации инфокоммуникационных сетей;

режим имитации процесса принятия решений в интересах выявления зависимостей влияния возможных вариантов модернизации на повышение эффективности работы сети.

Таким образом, описание работы программного комплекса необходимо привести для случаев, когда:

в сети выделено одно направление;

в сети выделено множество направлений без конфликтов;

в сети выделено множество направлений с возможными конфликтами.

Режим имитационного моделирования необходим для получения зависимостей прироста эффективности работы сети после модернизации от параметров сети.

Работу комплекса в данном режиме приведем для случаев, когда:

в сети выделено одно направление;

в сети выделено множество направлений.

В данном случае нам неважно имеются в сети конфликты или нет, так как нам достаточно получить верхние оценки пропускной способности направлений передачи

информации.

Таким образом, программный комплекс должен включать в себя программы [13-17]:

- 1) «Формирование моделей инфокоммуникационных сетей»;
- 2) «Оценка важности направлений передачи информации»;
- 3) «Программа оценки пропускных способностей направлений передачи информации с использованием методов имитационного моделирования»;
- 4) «Оценка пропускных способностей направлений передачи информации с учетом их важности»;
- 5) «Оценка пропускных способностей направлений передачи информации с использованием алгоритма анализа потоков в сетях»;
- 6) «Оптимизация выбора вариантов модернизации сети с использованием схемы ветвей и границ».

Ниже представлены структурные схемы работы программного комплекса в указанных режимах.

### Описание структурных схем работы и состава программного комплекса

На Рисунке 2 представлена схема работы программного комплекса в режиме имитационного моделирования для сети с одним направлением.

Как показано на Рисунке 2 структурная схема состоит из двух частей: вычисления и генерируемые параметры сети.



Рисунок 2 - Структурная схема работы программного комплекса в режиме имитационного моделирования для одного направления

Figure 2 – The structural diagram of the program complex in simulation mode for one direction

Генерируемые параметры сети включают в себя:

- структурную модель сети;
- пропускные способности линий связи;
- варианты модернизации сети.

Вычисления необходимы для решения следующих задач:

- оценка пропускной способности направления передачи информации;
- поиск оптимального варианта модернизации инфокоммуникационной сети.

Данная структурная схема позволяет конкретизировать состав компьютерных программ, необходимых для её реализации:

- 1) «Формирование моделей инфокоммуникационных сетей»;
- 2) «Оценка пропускных способностей направлений передачи информации с использованием алгоритма анализа потоков в сетях»;
- 3) «Оптимизация выбора вариантов модернизации сети с использованием схемы ветвей и границ».

На Рисунке 2 видно, что параметры сети, сгенерированные с помощью программы «Формирование моделей инфокоммуникационных сетей», поступают на вход программы для оценки пропускной способности направления передачи информации. Значение, полученное в ходе выполнения программы «Оценка пропускных способностей направлений передачи информации с использованием алгоритма анализа потоков в сетях», вместе с параметрами сети и вариантами модернизации поступает на вход программы поиска оптимального варианта модернизации инфокоммуникационной сети. На выходе данной программы получаем оптимальный вариант модернизации сети и новое значение пропускной способности направления передачи информации.

На Рисунке 3 представлена схема работы программного комплекса в режиме имитационного моделирования для сети с множеством направлений.

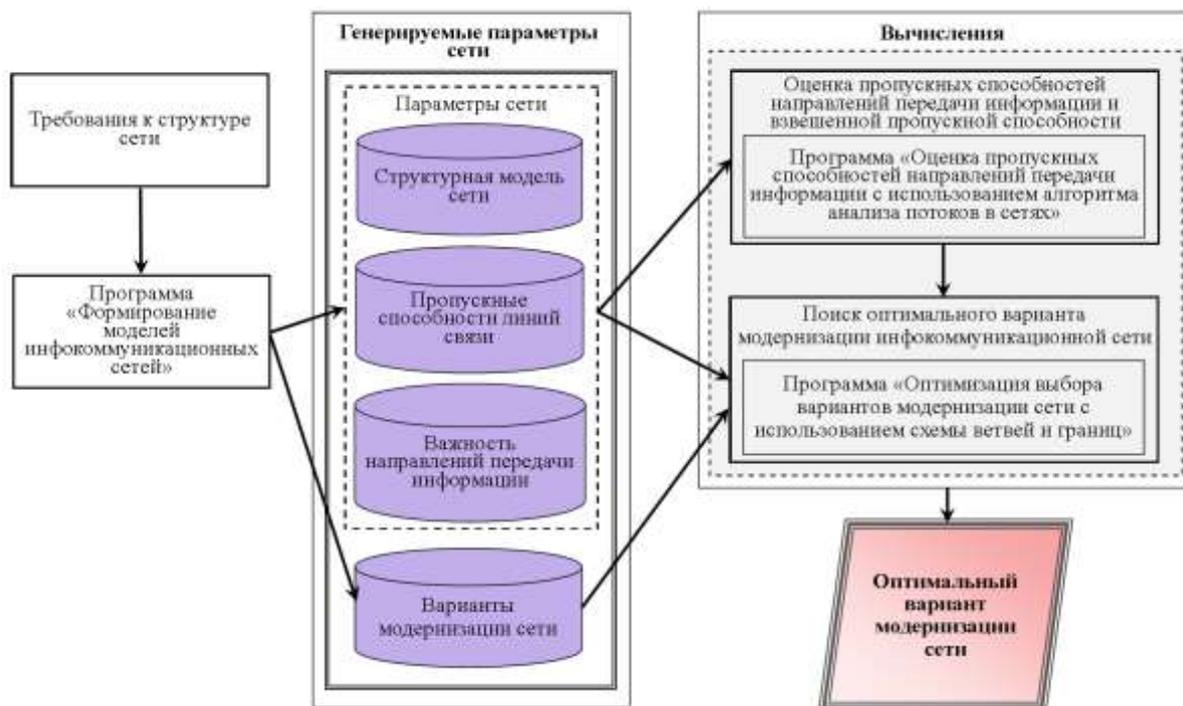


Рисунок 3 - Структурная схема работы программного комплекса в режиме имитационного моделирования для множества направлений

Figure 3 – The structural diagram of the program complex in simulation mode for many directions

Генерируемые параметры сети включают в себя:

- структурную модель сети;
- пропускные способности линий связи;

- важность направлений передачи информации;
- варианты модернизации сети.

Вычисления необходимы для решения следующих задач:

- оценка пропускной способности направления передачи информации;
- поиск оптимального варианта модернизации инфокоммуникационной сети.

Таким образом, состав компьютерных программ, необходимых для реализации данной структурной схемы, не отличается от состава программ для одного направления передачи информации.

Структурная схема системы поддержки и принятия решений при модернизации инфокоммуникационной сети, если в сети выделено одно направление передачи информации, представлена на Рисунке 4.

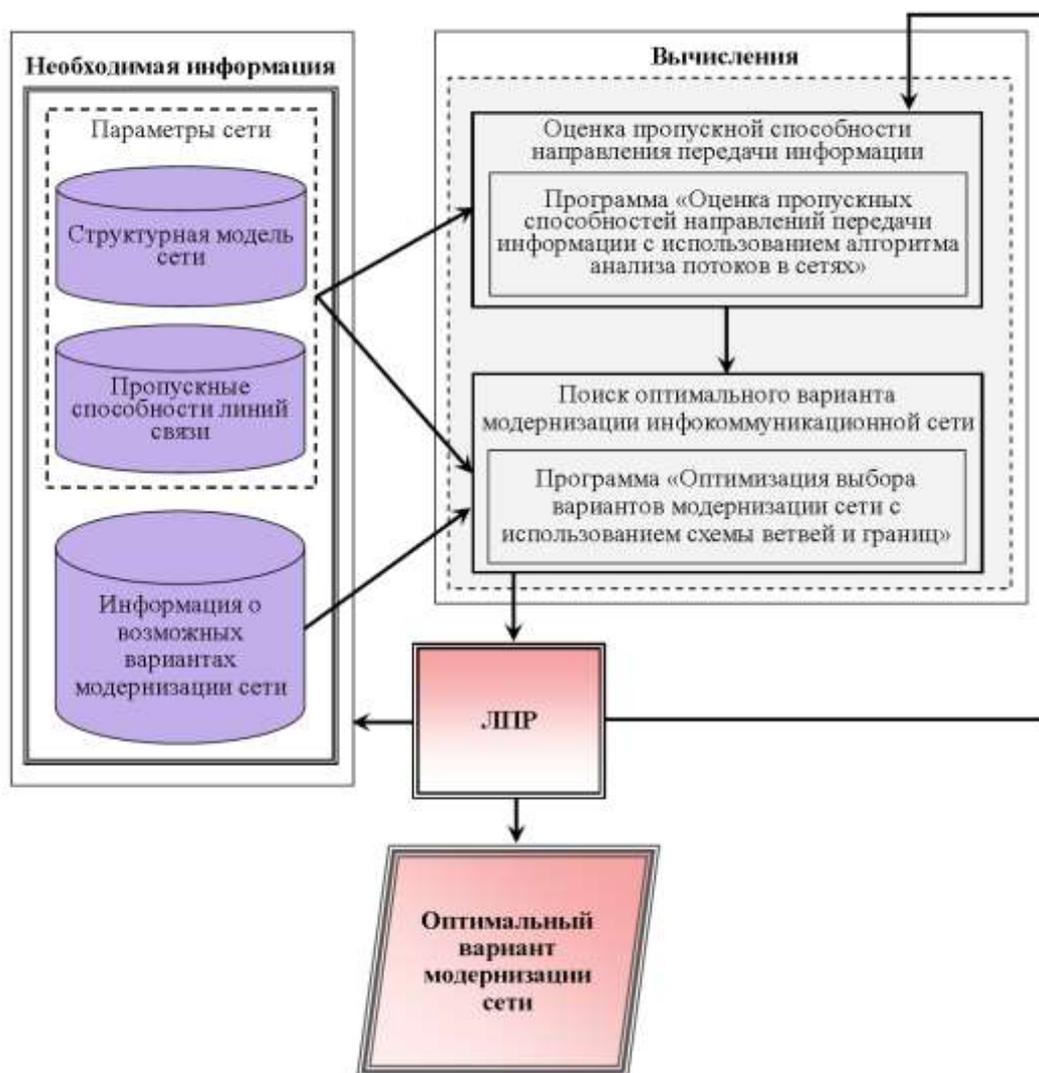


Рисунок 4 - Структурная схема системы поддержки и принятия решений для одного направления передачи информации

Figure 4 – The structural diagram of the program complex in decision support mode for one direction

Как показано на Рисунке 4 структурная схема состоит из двух частей: вычисления и информация, необходимая для вычислений.

Необходимая информация, получаемая от организации, эксплуатирующей данную сеть, вкачает в себя:

- параметры сети (структурная модель сети, пропускные способности линий связи);
- информацию о возможных вариантах модернизации сети.

Вычисления необходимы для решения следующих задач:

- оценка пропускной способности направления передачи информации;
- поиск оптимального варианта модернизации инфокоммуникационной сети.

Данная структурная схема позволяет конкретизировать состав компьютерных программ, необходимых для вычислений:

- 1) «Оценка пропускных способностей направлений передачи информации с использованием алгоритма анализа потоков в сетях»;
- 2) «Оптимизация выбора вариантов модернизации сети с использованием схемы ветвей и границ».

На Рисунке 4 видно, что лицо принимающее решение (ЛПР), находит и накапливает необходимую информацию. Параметры сети поступают на вход программы для оценки пропускной способности направления передачи информации. Значение, полученное в результате работы программы «Оценка пропускных способностей направлений передачи информации с использованием алгоритма анализа потоков в сетях» вместе с параметрами сети и информацией о возможных вариантах модернизации поступает на вход программы для поиска оптимального варианта модернизации. На выходе программы получаем один или несколько различных вариантов модернизации с одинаковыми значениями пропускной способности исследуемого направления передачи информации. Если вариантов было несколько, то ЛПР выбирает оптимальный вариант для решения поставленной задачи.

На Рисунке 5 представлена структурная схема системы поддержки и принятия решений при модернизации инфокоммуникационной сети, если в сети выделено множество направлений, но без конфликтов в сети.

В данном случае, необходимая информация вкачает в себя:

- параметры сети (структурная модель сети, пропускные способности линий связи и информация о направлениях передачи информации);
- информацию о возможных вариантах модернизации сети.

Вычисления необходимы для решения следующих задач:

- обработка экспертных оценок (оценки попарных сравнений важности) и оценка важности направлений передачи информации;
- оценка пропускных способностей направлений передачи информации и взвешенной пропускной способности;
- поиск оптимального варианта модернизации инфокоммуникационной сети.

Для работы в данном режиме необходим следующий набор программ:

- «Оценка важности направлений передачи информации»;
- «Оценка пропускных способностей направлений передачи информации с использованием алгоритма анализа потоков в сетях»;
- «Оптимизация выбора вариантов модернизации сети с использованием схемы ветвей и границ».

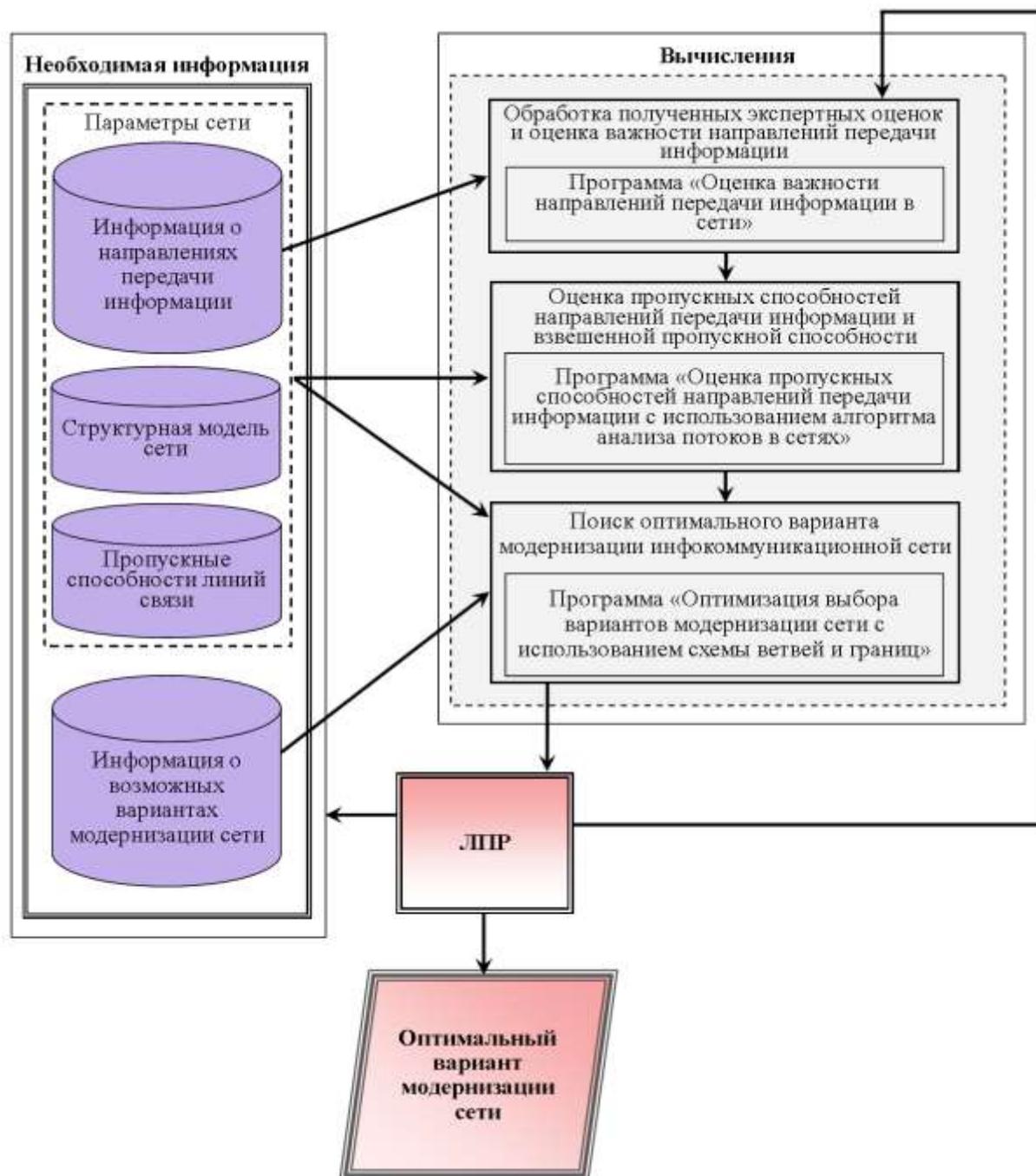


Рисунок 5 - Структурная схема системы поддержки и принятия решений для множества направлений передачи информации без конфликтов в сети

Figure 5 – The structural diagram of the program complex in decision support mode for many directions without conflicts

Опишем работу комплекса в данном режиме.

На Рисунке 5, так же как и на Рисунке 4, ЛПР находит и накапливает необходимую информацию. Информация о направлениях передачи информации (узлы отправители и узлы получатели, линии связи, входящие в направления и т.д.) передается привлекаемым экспертам, которые в свою очередь попарно сравнивают важности направлений. Данные оценки поступают на вход программы «Оценка важности направлений передачи информации» где мы получаем взвешенную оценку важности для каждого направления.

Данные значения вместе с параметрами сети поступают на вход программы для оценки пропускных способностей направлений передачи информации и взвешенной пропускной способности. Полученные значения пропускных способностей, параметры сети и возможные варианты модернизации сети поступают уже на вход программы для поиска оптимального варианта модернизации. На выходе программы, так же, как и в предыдущем случае, получаем один или несколько различных вариантов модернизации и ЛПР выбирает оптимальный вариант для решения поставленной задачи.

Структурная схема работы комплекса на Рисунке 6 применима для исследования сетей, в которых возможны конфликты.

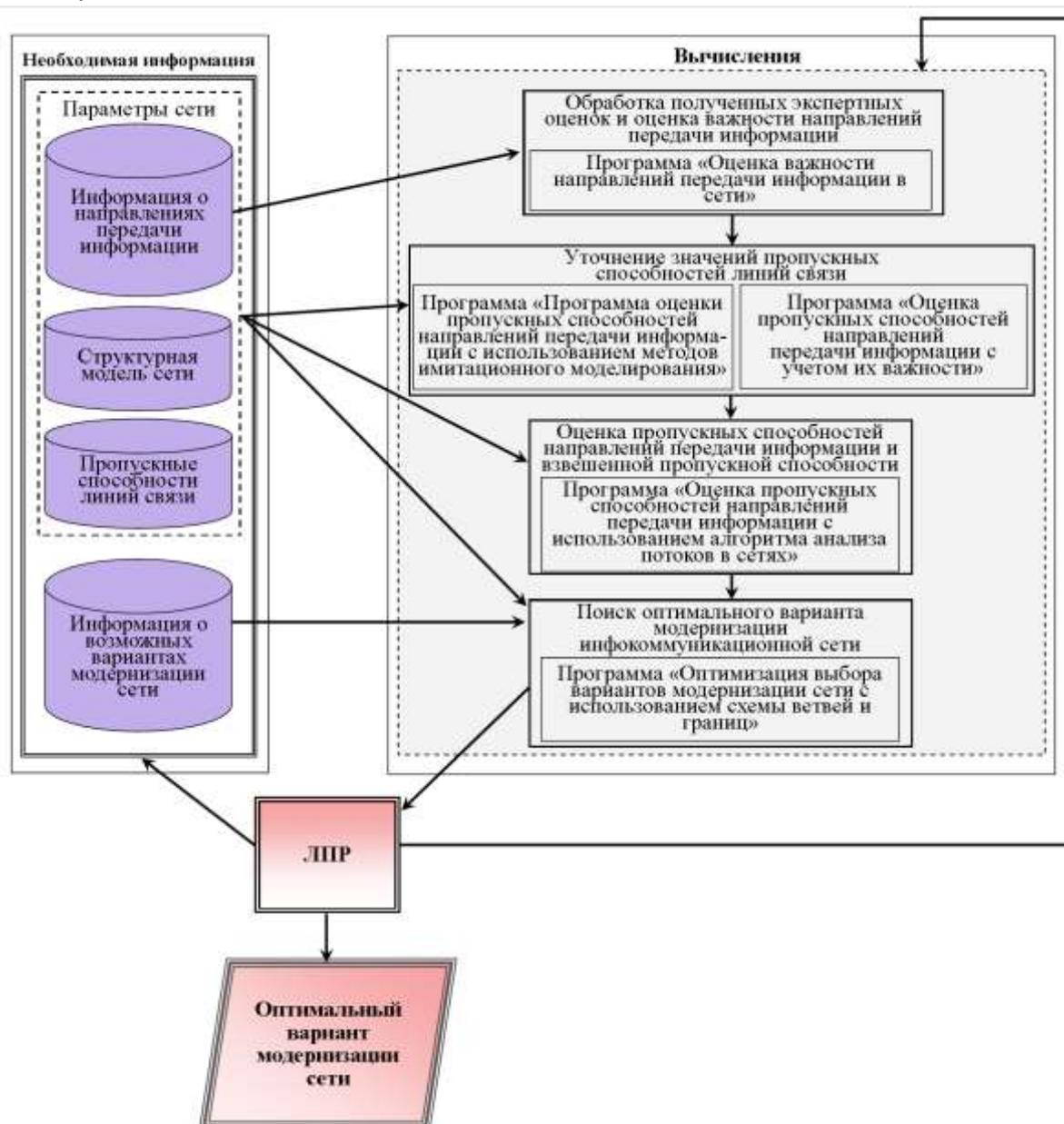


Рисунок 6 - Структурная схема системы поддержки и принятия решений для множества направлений передачи информации с возможными конфликтами в сети

Figure 6 – The structural diagram of the program complex in decision support mode for many directions with possible conflicts

Данная схема отличается от предыдущей наличием блока для уточнения пропускных способностей линий связи, входящих в несколько направлений передачи информации. В данном блоке определяется соотношение переданной информации каждого направления по линии, в которой возможны конфликты, при одновременной передаче сообщений. Таким образом, определяются пропускная способность этой линии связи по передаче информации по каждому направлению. Эта информация передается на вход программы для определения пропускных способностей направлений передачи информации и взвешенной пропускной способности, использующей алгоритм анализа потоков в сетях. Все остальные действия выполняются аналогично предыдущей схеме

### Заключение

Таким образом, были описаны способы использования комплекса программ как в системах поддержки принятия решений по модернизации инфокоммуникационных сетей, так и в исследовательских целях для выявления зависимостей влияния возможных вариантов модернизации на повышение эффективности работы сети. Были указаны особенности применения комплекса при модернизации сети с несколькими направлениями передачи информации, а также при возникновении конфликтов в сетях.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Гольдштейн Б.С. *Протоколы сети доступа: монография*. СПб.: БХВ-Санкт Петербург. 2005:287.
2. Гольдштейн Б.С. *Инфокоммуникационные сети и системы*. СПб.: БХВ-Петербург. 2019:208.
3. Меньших В.В., Зверева Д.Д. Численный метод оптимизации выбора варианта модернизации инфокоммуникационной сети органов внутренних дел. *Общественная безопасность, законность и правопорядок в III тысячелетии*. 2018;4-2 (4):71-77.
4. Меньших В.В., Зверева Д.Д. Модель оптимизации выбора вариантов изменения инфокоммуникационной сети (сегмента сети). *Вестник Воронежского института МВД России*. 2018;1:21-26.
5. Меньших В.В., Зверева Д.Д. Модели и алгоритмы синтеза оптимальной структуры инфокоммуникационной сети с заданными параметрами. *Актуальные проблемы прикладной математики, информатики и механики: сборник трудов Международной научной конференции, 17-19 декабря 2018 г., Воронеж*. Воронеж. 2019:860-867.
6. Zvereva D.D., Menshikh V.V., Seifer A.V. Optimization of processes of modernization and operating conditions of infocommunication networks. *2018 Global Smart Industry Conference, 13-15 Nov. 2018, Chelyabinsk*. Chelyabinsk; 2018:1-6. DOI: 10.1109/GloSIC.2018.8570087.
7. Menshikh V.V., Zvereva D.D. Models and algorithms of optimal structure synthesis of info-communication network with specified parameters. *IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series 1203*. (2019). 2019:012067. DOI: 10.1088/1742-6596/1203/1/012067.
8. Зверева Д.Д. Об одном подходе к оценке пропускной способности инфокоммуникационной сети. *Управление большими системами : сборник трудов*

- XV Всероссийской школы-конференции молодых ученых, 10-13 сентября 2018 г. Воронеж.* Воронеж. 2018: 216-219.
9. Зверева Д.Д. Модель оценки пропускной способности сети с учетом важности направлений передачи информации. *Некоторые вопросы анализа, алгебры, геометрии и математического образования.* 2018;8:136-137.
  10. Зверева Д.Д. Имитационная модель оценки пропускной способности инфокоммуникационной сети. *Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика.* 2018;8:287-290.
  11. Зверева Д.Д. Модель и алгоритм оценки пропускных способностей направлений передачи информации в инфокоммуникационной сети. *Информатика: проблемы, методология, технологии: Сборник материалов XIX международной научно-методической конференции.* Под ред. Д.Н. Борисова, Воронеж. 2019:1141-1145.
  12. Новосельцев В.И. *Системный анализ: современные концепции.* Воронеж: Издательство «Квартал». 2003:360.
  13. Зверева Д.Д. *Программа оценки пропускных способностей направлений передачи информации с использованием методов имитационного моделирования.* Свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ № 2019613274 от 13.03.2019. Доступно по: [https://new.fips.ru/registers-doc-view/fips\\_servlet?DB=EVM&DocNumber=2019613274&TypeFile=html](https://new.fips.ru/registers-doc-view/fips_servlet?DB=EVM&DocNumber=2019613274&TypeFile=html). (дата обращения 05.02.2020).
  14. Зверева Д.Д. *Оценка важности направлений передачи информации в сети.* Свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ № 2019662920 от 07.10.2019. Доступно по: [https://new.fips.ru/registers-doc-view/fips\\_servlet?DB=EVM&DocNumber=2019662920&TypeFile=html](https://new.fips.ru/registers-doc-view/fips_servlet?DB=EVM&DocNumber=2019662920&TypeFile=html). (дата обращения 05.02.2020).
  15. Зверева Д.Д. *Оценка пропускных способностей направлений передачи информации с учетом их важности.* Свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ № 2019663081 от 09.10.2019. Доступно по: [https://new.fips.ru/registers-doc-view/fips\\_servlet?DB=EVM&DocNumber=2019663081&TypeFile=html](https://new.fips.ru/registers-doc-view/fips_servlet?DB=EVM&DocNumber=2019663081&TypeFile=html). (дата обращения 05.02.2020).
  16. Меньших В.В., Зверева Д.Д. *Оптимизация выбора вариантов модернизации сети с использованием схемы ветвей и границ.* Свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ № 2019665493 от 25.11.2019. Доступно по: [https://new.fips.ru/registers-doc-view/fips\\_servlet?DB=EVM&DocNumber=2019665493&TypeFile=html](https://new.fips.ru/registers-doc-view/fips_servlet?DB=EVM&DocNumber=2019665493&TypeFile=html). (дата обращения 05.02.2020).
  17. Зверева Д.Д., Меньших В.В. *Оценка пропускных способностей направлений передачи информации с использованием алгоритма анализа потоков в сетях.* Свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ № [2020611455](https://new.fips.ru/registers-doc-view/fips_servlet?DB=EVM&DocNumber=2020611455) от 31.01.2020. Доступно по: [https://new.fips.ru/registers-doc-view/fips\\_servlet?DB=EVM&DocNumber=2020611455&TypeFile=html](https://new.fips.ru/registers-doc-view/fips_servlet?DB=EVM&DocNumber=2020611455&TypeFile=html). (дата обращения 05.02.2020).

## REFERENCES

1. Gol'dshtein B.S. *Network access protocols: monograph.* SPb.: BKHV-St. Petersburg. 2005:287. (In Russ)
2. Gol'dshtein B.S. *Infocommunication networks and systems.* SPb.: BKHV-St. Petersburg. 2019:208. (In Russ)
3. Men'shikh V.V., Zvereva D.D. A numerical method for optimizing the choice of modernization of the infocommunication network of internal affairs bodies.

- Obshchestvennaya bezopasnost', zakonnost' i pravoporyadok v III tysyacheletii.* 2018;4-2 (4):71-77. (In Russ)
4. Men'shikh V.V., Zvereva D.D. Model of optimization of changing variants selection of infocommunication network (network segment). *The bulletin of Voronezh Institute of the Ministry of Internal Affairs of Russia.* 2018;1:21-26. (In Russ)
  5. Men'shikh V.V., Zvereva D.D. Models and algorithms of optimal structure synthesis of info-communication network with specified parameters. *Aktual'nye problemy prikladnoi matematiki, informatiki i mekhaniki: sbornik trudov Mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii,* December 17-19, 2018, Voronezh. Voronezh. 2019:860-867. (In Russ)
  6. Zvereva D.D., Menshikh V.V., Seifer A.V. Optimization of processes of modernization and operating conditions of infocommunication networks. *2018 Global Smart Industry Conference,* 13-15 Nov. 2018, Chelyabinsk. Chelyabinsk; 2018:1-6. DOI: 10.1109/GloSIC.2018.8570087.
  7. Menshikh V.V., Zvereva D.D. Models and algorithms of optimal structure synthesis of info-communication network with specified parameters. *IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series 1203.* (2019). 2019:012067. DOI: 10.1088/1742-6596/1203/1/012067.
  8. Zvereva D.D. One approach to evaluating the capacity of the infocommunication network. *Upravlenie bol'shimi sistemami : sbornik trudov XV Vserossiiskoi shkoly-konferentsii molodykh uchenykh,* September 10-13, 2018. Voronezh. Voronezh. 2018:216-219. (In Russ)
  9. Zvereva D.D. A model for evaluating network capacity, taking into account the importance of information transfer directions. *Nekotorye voprosy analiza, algebrы, geometrii i matematicheskogo obrazovaniya.* 2018;8:136-137. (In Russ)
  10. Zvereva D.D. Simulation model for evaluating the capacity of an infocommunication network. *Aktual'nye napravleniya nauchnykh issledovaniy XXI veka: teoriya i praktika.* 2018;8:287-290. (In Russ)
  11. Zvereva D.D. Model and algorithm for evaluating the capacity of information transfer directions in the infocommunication network. *Informatika: problemy, metodologiya, tekhnologii: Sbornik materialov XIX mezhdunarodnoi nauchno-metodicheskoi konferentsii. red. D.N. Borisova, Voronezh.* Voronezh. 2019:1141-1145. (In Russ)
  12. Novosel'tsev V.I. *System analysis: modern concepts.* Voronezh: Izdatel'stvo «Kvarta». 2003:360. (In Russ)
  13. Zvereva D.D. *A program for evaluating the capacity of information transmission directions using simulation methods.* Certificate of state registration of computer programs № 2019613274 of 13.03.2019. Available at: [https://new.fips.ru/registers-doc-view/fips\\_servlet?DB=EVM&DocNumber=2019613274&TypeFile=html](https://new.fips.ru/registers-doc-view/fips_servlet?DB=EVM&DocNumber=2019613274&TypeFile=html). Ssylka aktivna na 05.02.2020. (In Russ)
  14. Zvereva D.D. *Evaluation of the importance of the directions of information transmission in the network.* Certificate of state registration of computer programs № 2019662920 of 07.10.2019. Available at: [https://new.fips.ru/registers-doc-view/fips\\_servlet?DB=EVM&DocNumber=2019662920&TypeFile=html](https://new.fips.ru/registers-doc-view/fips_servlet?DB=EVM&DocNumber=2019662920&TypeFile=html). (accessed 05.02.2020). (In Russ)
  15. Zvereva D.D. *Evaluation of the capacity of information transmission directions, taking into account their importance.* Certificate of state registration of computer programs № 2019663081 of 09.10.2019. Available at: [https://new.fips.ru/registers-doc-view/fips\\_servlet?DB=EVM&DocNumber=2019663081&TypeFile=html](https://new.fips.ru/registers-doc-view/fips_servlet?DB=EVM&DocNumber=2019663081&TypeFile=html). (accessed 05.02.2020). (In Russ)

16. Men'shih V.V., Zvereva D.D. *Optimization of the choice of network modernization options using the branch and bound scheme*. Certificate of state registration of computer programs № 2019665493 of 25.11.2019. Available at: [https://new.fips.ru/registers-doc-view/fips\\_servlet?DB=EVM&DocNumber=2019665493 &TypeFile=html](https://new.fips.ru/registers-doc-view/fips_servlet?DB=EVM&DocNumber=2019665493 &TypeFile=html). (accessed 05.02.2020). (In Russ)
17. Zvereva D.D., Men'shih V.V. *Evaluation of the capacity of information transmission directions using the flow analysis algorithm in networks*. Certificate of state registration of computer programs № 2020611455 of 31.01.2020. Available at: [https://new.fips.ru/registers-doc-view/fips\\_servlet?DB=EVM&DocNumber=2020611455&TypeFile=html](https://new.fips.ru/registers-doc-view/fips_servlet?DB=EVM&DocNumber=2020611455&TypeFile=html). (accessed 05.02.2020). (In Russ)

#### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ / INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

**Зверева Дарья Дмитриевна**, адъюнкт Воронежский институт МВД России. Воронеж, Российская Федерация  
e-mail: [zubzv@yandex.ru](mailto:zubzv@yandex.ru)  
ORCID: [0000-0003-0519-7431](https://orcid.org/0000-0003-0519-7431)

**Daria D. Zvereva**, The Postgraduate Student. Voronezh Institute Of The Ministry Of The Interior Of Russia, Voronezh, Russian Federation

**Меньших Валерий Владимирович**, профессор кафедры математики и моделирования систем, доктор физико-математических наук, профессор, Воронежский институт МВД России, Воронеж, Российская Федерация.  
e-mail: [menshikh@list.ru](mailto:menshikh@list.ru)  
ORCID: [0000-0001-9235-4997](https://orcid.org/0000-0001-9235-4997)

**Valery V. Menshikh**, Professor Of The Chair Of Mathematics And Modeling Systems, Doctor Of Physical And Mathematical Sciences, Professor, Voronezh Institute of the Ministry of the Interior of Russia, Voronezh , Russian Federation