

УДК 614.87

**РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ПРИВЛЕЧЕНИЮ СИЛ И СРЕДСТВ
ДЛЯ ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ, СВЯЗАННЫХ С
НАВОДНЕНИЯМИ НА ТЕРРИТОРИИ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ**

Е.С. Титова, Д.Н. Костылев, А.И. Закинчак

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

В статье представлены результаты анализа реагирования сил и средств при ликвидации последствий наводнений на территории Вологодской области. Разработана математическая модель прогнозирования масштаба чрезвычайных ситуаций, связанных с наводнениями, а также критерии соотношения наводнения с уровнем реагирования сил и средств. Подготовлены рекомендации по привлечению сил и средств для должностных лиц в зависимости от прогнозируемых последствий наводнения. Дано краткое описание программы для ЭВМ, разработанной для поддержки принятия решений при реагировании на наводнения, что позволит минимизировать последствия от данного вида чрезвычайных ситуаций.

Ключевые слова: наводнение, единая государственная система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, система управления, силы и средства.

В России ежегодно происходит от 40 до 68 кризисных наводнений. По данным Росгидромета, этим стихийным бедствиям подвержены около 500 тысяч кв. километров, наводнениям с катастрофическими последствиями - 150 тысяч кв. километров, где расположены порядка 300 городов, десятки тысяч населенных пунктов, большое количество хозяйственных объектов, более 7 млн. га сельхозугодий. Среднегодовой ущерб от наводнений оценивается примерно в 40 млрд. рублей в год. [1]

Наиболее показательна ситуация по частоте и периодичности наводнений сложилась на территории Вологодской области. Так в период весеннего половодья в результате заторных явлений возникают наводнения, приводящие к нарушению жизнедеятельности населения и значительным материальным ущербам. Но наиболее масштабные наводнения происходят в районе города Великий Устюг, который на протяжении многих веков пережил ряд катастрофических наводнений, изменявших русло реки и окружающий

ландшафт. За период с 2013 по 2017 годы особенно выделяется по количеству пострадавшего населения и материальному ущербу катастрофическое наводнение в Великоустюгском районе в апреле 2016 года. В результате наводнения в Великоустюгском районе в зоне подтопления оказались 2674 придомовые территории, пострадало свыше 8000 человек, кроме того серьезный ущерб был нанесен всей инфраструктуре района.

Таким образом, возникает потребность общества и государства в минимизации последствий наводнений и повышения эффективности реагирования сил и средств для их ликвидации.

В настоящий момент переход на 3-х уровневую систему управления – федеральный уровень, региональный уровень и пожарно-спасательный гарнизон позволяет совершенствовать вертикаль антикризисного управления в рамках единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (далее – РСЧС), стержнем которой является Национальный центр управления в

кризисных ситуациях МЧС России (далее – НЦУКС) [2].

В то же время механизм реализации полномочий обеспечения координации деятельности органов повседневного управления РСЧС и гражданской обороны (в том числе управления силами и средствами РСЧС и ликвидации чрезвычайных ситуаций (далее – ЧС), силами и средствами гражданской обороны) установлен только для НЦУКС. [3] Тем не менее, для Центров управления в кризисных ситуациях регионального уровня реализация полномочий по управлению силами и средствами осуществляется в рамках информационного взаимодействия в РСЧС.

В связи с этим представляет актуальность разработка рекомендаций по привлечению сил и средств для предупреждения, локализации и ликвидации наводнений. В современных условиях система управления силами и средствами при ликвидации последствий наводнений справедливо расценивается как один из важнейших показателей их боевой готовности, уровня организационного и технического совершенства, способности предотвращать и ликвидировать данные чрезвычайные ситуации.

При анализе опыта ликвидации последствий наводнений в различных регионах страны одним из проблемных моментов, который не позволяет в полной мере оперативно решать вопросы реагирования сил и средств на ЧС, связанных с наводнениями, является то, что органы управления звеньев территориальной подсистемы РСЧС в ходе реагирования на угрозу возникновения и при возникновении ЧС, связанной с подтоплением населенных пунктов и нарушением жизнедеятельности населения, работают разобщенно и не слажено, принимаемые решения не всегда отвечают сложнейшей

обстановке, а решения, принятые на уровне вышестоящего штаба руководства, зачастую выполняются не в указанные сроки и в значительно искаженном виде.

В развернутых оперативных штабах на муниципальном уровне, работа по единому управлению силами носит формальный характер, а практическая сторона управления силами РСЧС сведена к управлению приданными силами группировки МЧС России, применение сил и средств территориальной подсистемы носит не плановый, а единичный характер и по существу не способствует ликвидации последствий в кратчайшие сроки. [4]

Разработка рекомендаций по привлечению сил и средств является одним из важных направлений при предупреждении, локализации и ликвидации наводнений.

Для решения поставленной задачи предложен алгоритм привлечения сил и средств для ликвидации последствий гидрологических явлений в зависимости от прогнозируемого масштаба чрезвычайной ситуации и уровня реагирования сил и средств РСЧС.

На основании того, что основным характеристическим критерием наводнения является максимальный уровень воды, данный показатель был выбран определяющим в программном обеспечении поддержки принятия решений.

Указанный критерий позволит осуществлять прогнозирование обстановки, выявлять наиболее опасные места на территории субъекта обусловленных сложной гидрологической обстановкой и недостаточным уровнем подготовки населения и территории к безаварийному пропуску паводковых вод, для принятия срочных мер по устранению предпосылок возникновения чрезвычайных ситуаций и созданию оптимального варианта

группировки сил и средств для оперативного реагирования в паводковый период.

В соответствии с Федеральным законом от 19.07.1998 N 113-ФЗ «О гидрометеорологической службе» обеспечение органов государственной власти, а также населения информацией о фактическом и прогнозируемом состоянии окружающей среды, в том числе экстренной информацией осуществляется федеральным органом исполнительной власти в области гидрометеорологии и смежных с ней областях. На территории Вологодской области прогноз сроков вскрытия рек и озер и максимальных уровней весеннего половодья на реках области осуществляет

филиал ФГБУ Северное УГМС «Вологодский ЦГМС». [5]

На основании данных, полученных от филиала ФГБУ Северное УГМС «Вологодский ЦГМС», была осуществлена выборка прогнозируемых и сложившихся уровней воды р. Сухона по водомерному посту Великий Устюг за период с 1998 по 2017 годы.

Проведем расчет степени взаимосвязи между прогнозом и фактическими уровнями воды по водомерному посту Великий Устюг. Для этого проведем корреляционный анализ с помощью пакета MS Excel (рис. 1).

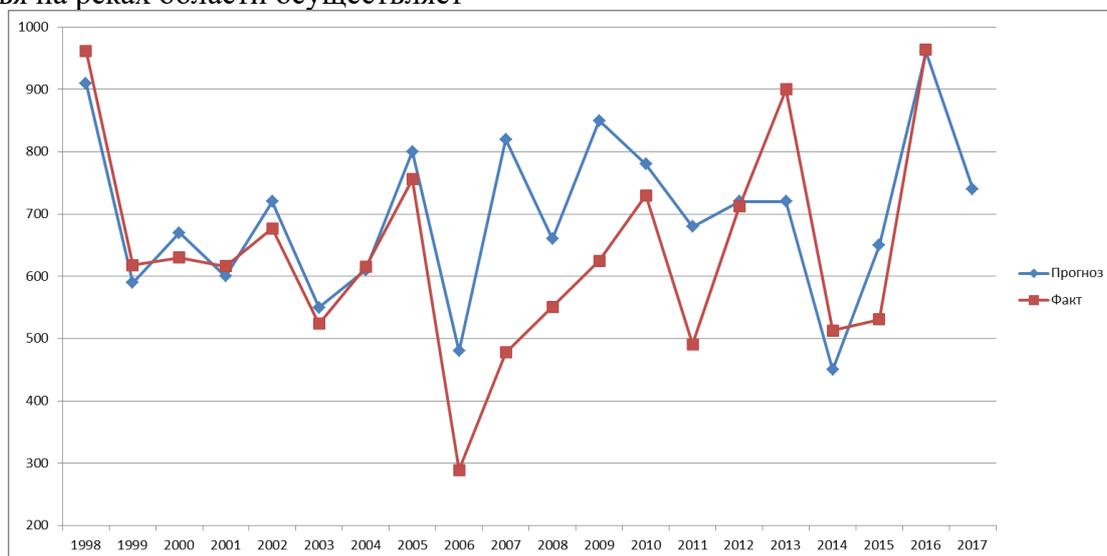


Рисунок 1 - Распределение показателя уровня воды за периоды 1998-2017 гг.

Данные зависимости скоррелированы коэффициентом 0,71.

Коэффициент корреляции изменяется от -1 (строгая обратная линейная зависимость) до 1 (строгая прямая пропорциональная зависимость). При значении 0 линейной зависимости между двумя выборками нет.

В соответствии с классификацией корреляционных связей между прогнозом и фактическими уровнями воды по

водомерному посту Великий Устюг выявлена взаимосвязь.

С помощью пакета MS Excel построим математическую модель изменения фактического уровня воды от прогнозируемого при весеннем половодье за период с 1998 по 2017 годы (построим аппроксимирующую зависимость). Аппроксимацию будем производить с помощью трех разных функций (линейной, экспоненциальной,

полиномиальной второй степени), выберем функцию наилучшим образом аппроксимирующей экспериментальные данные. Спрогнозируем на основании полученной аналитической модели ожидаемое уровень воды в зависимости от прогнозируемого.

Введем таблицу значений в лист MS Excel и построим точечный график. Рабочий лист примет вид, изображенный на рис. 2.

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
X	910	590	670	600	720	550	610	800	480	820	660	850	780	680	720	720	450	650	960	740
Y	962	618	630	616	677	524	615	756	289	478	551	625	730	491	712	900	513	531	964	575

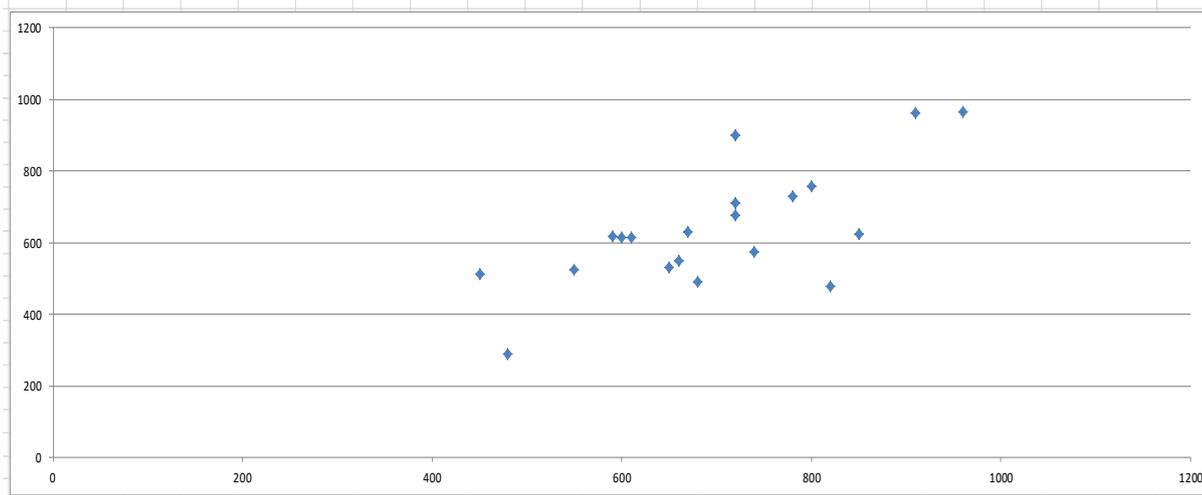


Рисунок 2 - Вид экспериментальных данных в MS Excel

Экспериментальные точки на графике с добавлением линии тренда будут выглядеть следующим образом (рис.3).

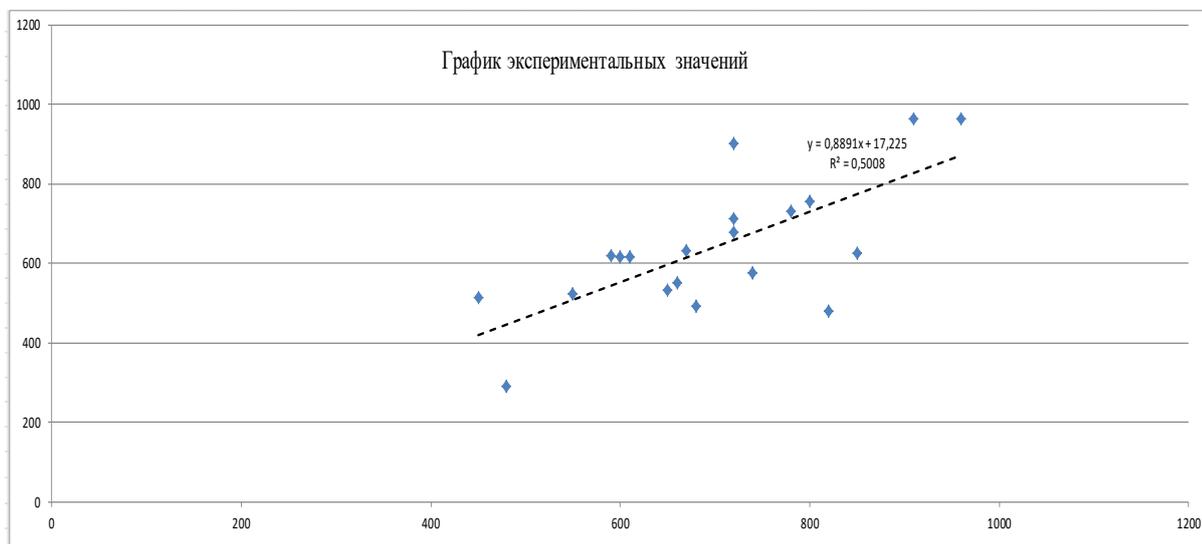


Рисунок 3 - Экспериментальные данные и линия тренда

Экспериментальные данные после обработки примут следующий вид (рис. 4).

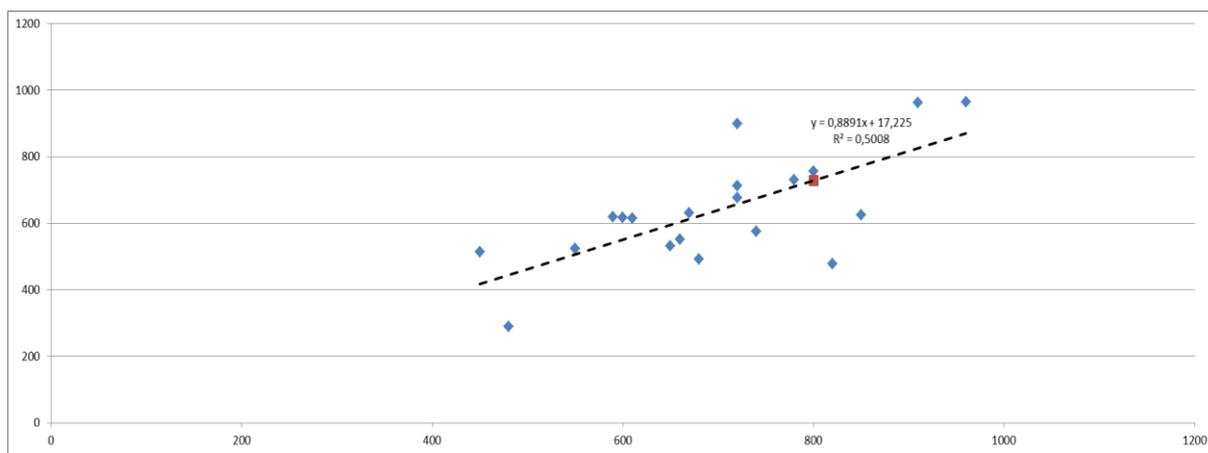


Рисунок 4 - Результат обработки экспериментальных данных

Для расчета ожидаемого уровня воды в 2018 году по экспоненциальной функции в ячейку X7 введем формулу

подобранной аппроксимирующей зависимости $(=229,08*EXP(0,0014*X6))$ (рис. 5).

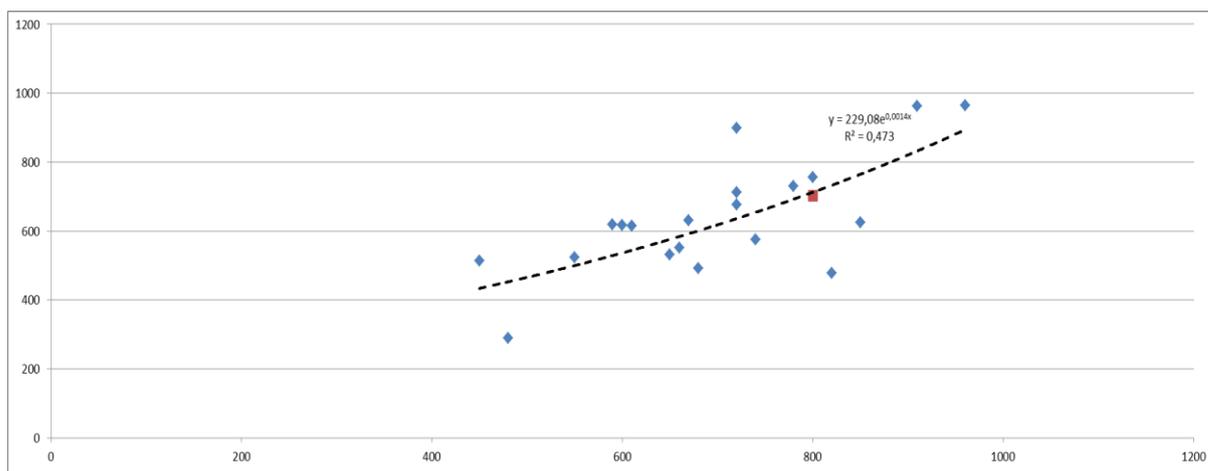


Рисунок 5 - Результаты расчета ожидаемого уровня воды в 2018 году по экспоненциальной функции

Для расчета ожидаемого уровня воды в 2018 году по полиномиальной функции второй степени в ячейку X7 введем формулу подобранной аппроксимирующей зависимости

$(= 0,0007*X6^2 - 0,0819*X6 + 346,37)$, получим зависимость, представленную на (рис. 6).

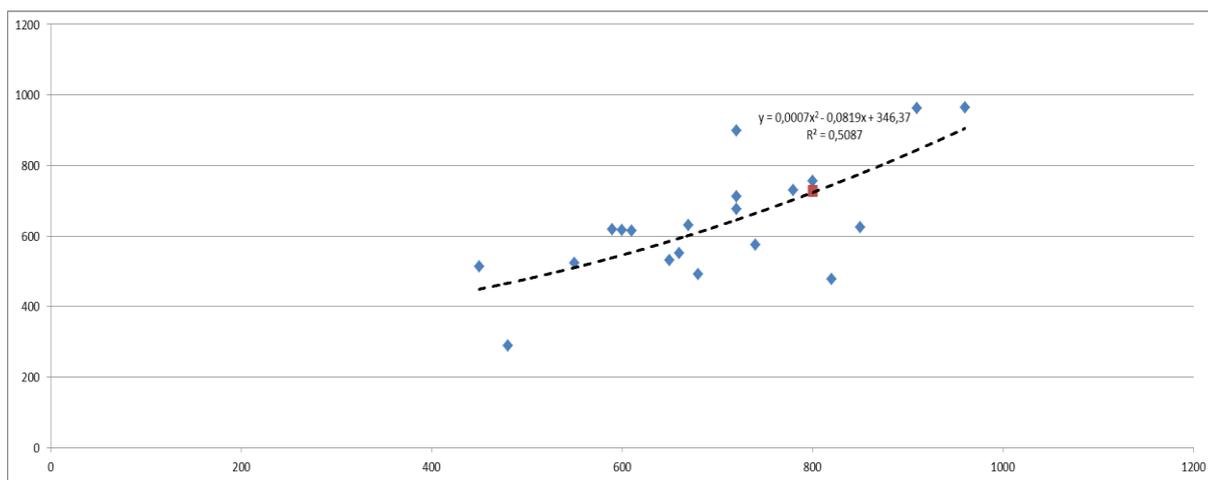


Рисунок 6 - Результаты расчета ожидаемого уровня воды в 2018 году по полиномиальной функции второй степени

Степень точности аппроксимации экспериментальных данных в MS Excel оценивается коэффициентом детерминации (R^2). Чем ближе этот коэффициент к значению 1, тем точнее приближение. Наиболее близким к значению 1 является коэффициент 0,5087 у полиномиальной функции второй степени.

Таким образом, для прогнозирования будущих данных уровней воды по водомерному посту Великий Устюг используем зависимость:

$$y = 0,0007x^2 - 0,0819x + 346,37$$

Как видно из представленных данных, взаимосвязь показателей фактического и расчетного уровня воды позволяет осуществить прогноз гидрологических явлений на территории Вологодской области.

При определении необходимых сил и средств руководителем ликвидации чрезвычайной ситуации учитывается множество факторов, характеризующих складывающуюся обстановку на месте чрезвычайной ситуации.

Методика расчета количества сил и средств, привлекаемых на ликвидацию ЧС, составлена с учетом критериев для конкретного вида ЧС, ее масштаба и возможного ущерба от ЧС.

Приказом МЧС России от 08.07.2004 № 329 «Об утверждении критериев информации о чрезвычайных ситуациях» ЧС подразделяются на природные, техногенные, биолого-социальные и крупные террористические акты. Для данных категорий утверждены критерии информации о чрезвычайных ситуациях в системе МЧС России, а именно: общие критерии к которым относятся прямой материальный ущерб, число погибших и число госпитализированных и критерии, учитывающие особенности источника ЧС.

Так, для опасных гидрологических явлений, относящихся к природным ЧС, установлены следующие критерии:

1. Число погибших - 2 чел. и более.
Число госпитализированных - 4 чел. и более.
2. Прямой материальный ущерб:
гражданам - 100 МРОТ;
организации - 500 МРОТ.
3. Гибель посевов с/х культур или природной растительности одновременно на площади 100 га и более.
4. Решение об отнесении явления к ЧС принимается органами управления по делам ГО и ЧС на основании данных территориальных органов. [6]

Приведенные критерии ЧС позволяют классифицировать оперативное событие как отсутствие угрозы возникновения чрезвычайной ситуации, угрозу чрезвычайной ситуации или чрезвычайную ситуацию, в зависимости от этой классификации в соответствии с Федеральным законом от 21.12.1994 N 68-ФЗ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» органы управления и силы единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (далее – РСЧС) функционируют в режиме:

а) повседневной деятельности - при отсутствии угрозы возникновения чрезвычайной ситуации;

б) повышенной готовности - при угрозе возникновения чрезвычайной ситуации;

в) чрезвычайной ситуации - при возникновении и ликвидации чрезвычайной ситуации. [7]

При введении режима чрезвычайной ситуации в зависимости от последствий чрезвычайной ситуации, привлекаемых для предупреждения и ликвидации чрезвычайной ситуации сил и средств РСЧС, классификации чрезвычайных ситуаций и характера развития чрезвычайной ситуации, устанавливается соответствующий уровень реагирования.

В соответствии с Постановлением Правительства РФ от 30.12.2003 № 794 «О единой государственной системе предупреждения и ликвидации ЧС» определены основные мероприятия, проводимые органами управления и силами РСЧС в соответствующих режимах функционирования. [8]. На основании этих данных для конкретного

уровня ЧС предлагаются рекомендации должностным лицам, ответственным за принятие решений о выполнении мероприятий по минимизации последствий ЧС.

В соответствии с частью 3 «Организация и технология ведения аварийно-спасательных и других неотложных работ при наводнениях и катастрофических затоплениях местности» наставления по организации и технологии ведения аварийно-спасательных и других неотложных работ при чрезвычайных ситуациях, утвержденного приказом МЧС России от 24.05.2001 № 231, программа дополнена расчетами сил и средств для ведения разведки, эвакуации населения из зоны затопления и выполнения других неотложных работ.

На основании полученных данных разработано программное обеспечение «Рекомендации по привлечению сил и средств для ликвидации последствий наводнений». Таким образом, выбранные критерии позволяют оценить уровень и масштабы ЧС при наводнениях, соотнести данный вид чрезвычайных ситуаций с количеством сил и средств, привлекаемых на ее ликвидацию и определить рекомендации для должностных лиц.

На начальной стадии ликвидации последствий ЧС важна скоординированность действий органов повседневного управления единой государственной системы предупреждения и ликвидации ЧС, к которым относятся ЦУКС всех уровней. Данные подразделения находятся в постоянной готовности и уполномочены принимать соответствующие решения для проведения необходимых экстренных мер.

Рисунок 7 - Интерфейс программы «Рекомендации по привлечению сил и средств для ликвидации последствий наводнений»

Результативность и качество целевого использования систем управления МЧС России могут изменяться в широком диапазоне в зависимости от динамики изменения внутренних и внешних параметров среды их функционирования, уровня обеспеченности и качественных характеристик используемых ими технических и программных комплексов и средств, укомплектованности личным составом с соответствующим уровнем профессиональной подготовленности. В связи с этим в настоящее время наблюдается рост объективного противоречия между реальным и требуемым уровнем эффективности целевого применения систем управления МЧС России и, как следствие этого, значительное увеличение ожидаемого материального ущерба и человеческих потерь при ликвидации последствий крупномасштабных ЧС.

Для снижения количества ошибок должностных лиц при ликвидации ЧС, связанных с наводнениями, разработана система поддержки принятия управленческих решений, позволяющая:

1. сократить время на принятие управленческих решений должностными лицами;
2. обеспечить своевременное реагирование функциональных и территориальных подсистем РСЧС при реагировании на ЧС;
3. определить порядок реагирования функциональных и территориальных подсистем РСЧС;
4. установить оптимальное количество сил и средств на месте ЧС в соответствии с прогнозируемым уровнем воды;
5. организовать введение на территории соответствующего режима функционирования РСЧС и обеспечения выполнения необходимых мероприятий, направленных на минимизацию ущерба от ЧС.

Предлагаемая система относится к организационно-методическому обеспечению деятельности подразделений ЦУКС МЧС России. Анализ внедрения программного обеспечения в алгоритмы, определяющие порядок действий каждого АРМ в той или иной ситуации позволит в конечном

итоге оценить эффективность предлагаемого решения. Проведем анализ деятельности АРМ, используя в качестве исходного материала алгоритм действий ОДС при возникновении ЧС.

Для анализа использовались сетевые методы моделирования, которые при решении вопросов организации определенной деятельности обеспечивают возможность учета

практически всех особенностей процесса выполнения задачи, что в свою очередь позволяет организациям повысить эффективность выполняемых работ. Была построена сетевая модель алгоритма действий ОДС ЦУКС МЧС России при возникновении ЧС. Элемент сетевой модели представлен на рисунке 8, а упрощенная схема всей модели – на рисунке 9.

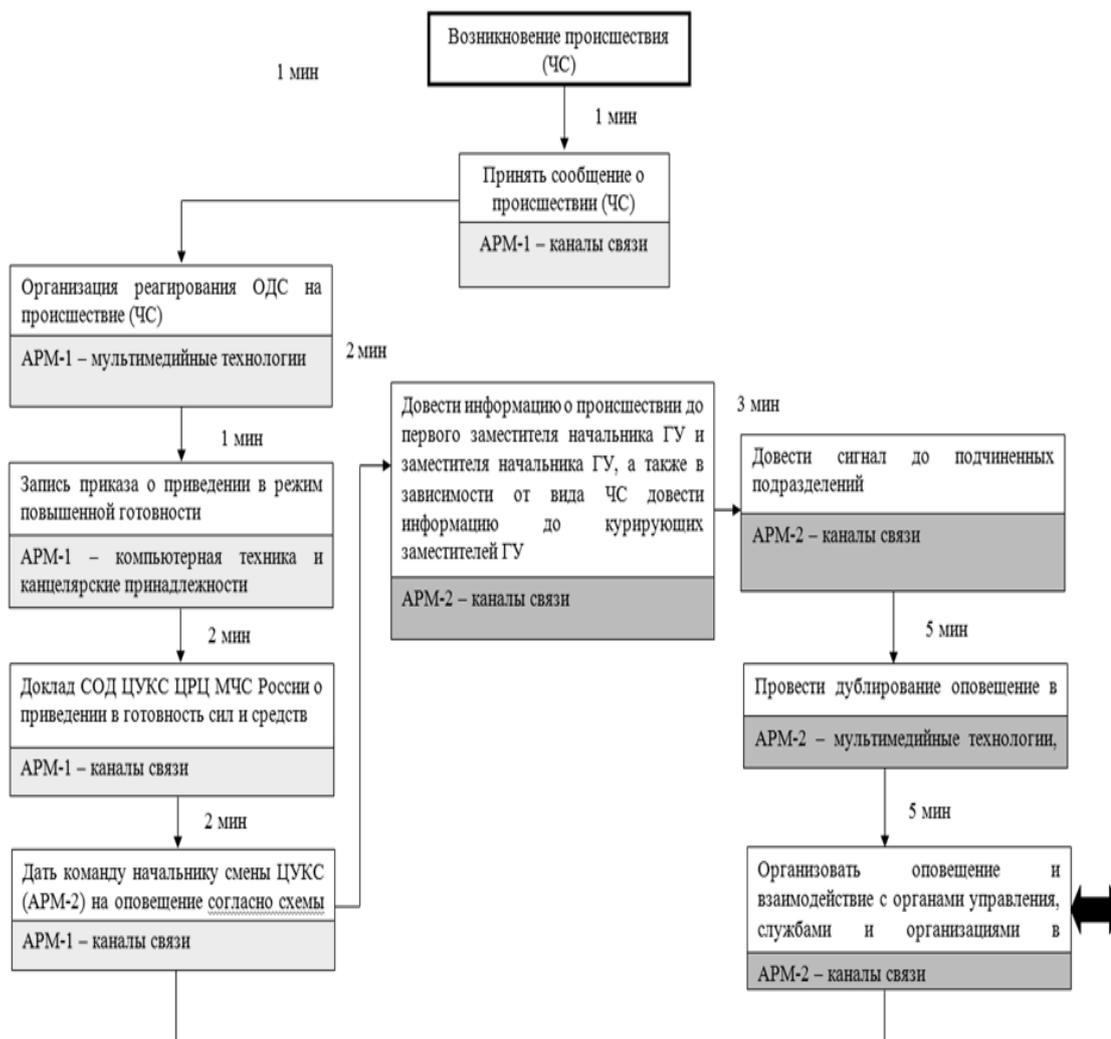


Рисунок 8 – Элемент сетевой модели функционирования оперативной дежурной смены при возникновении ЧС

предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций и органов управления гражданской обороной, организации информационного взаимодействия федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления и организаций: Постановление Правительства РФ от 30 ноября 2016 г. № 1272. URL: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71453762/>.

4. Кошкарлов Р.В., Квашнин А.В. Проблемные вопросы при реагировании единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций на примере наводнения в Приморском крае в 2016 году // Техносферная безопасность: научный электронный журнал. Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2017. № 1 (14). 92 с.

5. О гидromетеорологической службе: Федеральный закон от 19.07.1998 N 113-ФЗ. URL: <http://base.garant.ru/12112455/>.

6. Об утверждении критериев информации о чрезвычайных ситуациях: Приказ МЧС России от 08.07.2004 № 329. URL: <http://base.garant.ru/12151827/>.

7. О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера: Федеральный закон от 21.12.1994 N 68-ФЗ. URL: <http://base.garant.ru/10107960/>.

8. О Единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций: Постановление Правительства России от 30.12.2003 No 794. URL: <http://base.garant.ru/186620/>.

DEVELOPMENT OF RECOMMENDATIONS FOR ATTRACTING FORCES AND MEANS TO
ELIMINATE EMERGENCY SITUATIONS ASSOCIATED WITH FLOODING ON THE TERRITORY OF THE
VOLOGDA REGION

E.S. Titova, D.N. Kostylev, A. I.Zakinchak

Federal State Budget Educational Establishment of Higher Education «Ivanovo Fire Rescue Academy of State Firefighting Service of Ministry of Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters»

The article presents the results of the analysis of the response of forces and equipment in the aftermath of floods in the territory of the Vologda region. A mathematical model has been developed for predicting the scale of emergency situations associated with floods, as well as criteria for correlating floods with the level of response. Recommendations on the attraction of forces for officials depending on the projected effects of flooding were prepared. A brief description of a computer program developed to support decision-making in response to floods is given, which will minimize the consequences of this type of emergency.

Keywords: flood, unified state system of prevention and elimination of emergency situations, management system, decision support system.

References

1. Floods in Russia and damage from them: news agency of Russia of TASS. URL: <http://tass.ru/proisshestiya/662522>.
2. Sobolev A. S. Crisis management in modern conditions, the transition to a three-level control system//Materials of a round table "Improvement of questions of crisis management" devoted to Year of civil defense", 2017. Page 15 – 18.
3. About the approval of Rules of providing at the federal level National Crisis Management Center of coordination of activity of bodies of daily management of Universal State System of Prevention and Response to ES and governing bodies of civil defense, the organizations of information exchange of federal executive authorities, executive authorities of territorial subjects of the Russian Federation, local governments and the organizations: Resolution of the Government of the Russian Federation of November 30, 2016 No. 1272. URL: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71453762/>.
4. Koshkarov R.V., Kvashnin A.V. Problematic issues at reaction of Universal State System of Prevention and Response to ES on the example of a flood in Primorsky Krai in 2016//Technosphere safety: scientific online magazine. Yekaterinburg: Ural institute of GPS Emercom of Russia, 2017. No. 1 (14). 92 pages.
5. About hydrometeorological service: Federal law of 19.07.1998 N 113-FZ. URL: <http://base.garant.ru/12112455/>.
6. About the approval of criteria of information on emergency situations: Order of Emercom of Russia of 08.07.2004 No. 329. URL: <http://base.garant.ru/12151827/>.
7. About protection of the population and territories against emergency situations of natural and technogenic character: Federal law of 21.12.1994 N 68-FZ. URL: <http://base.garant.ru/10107960/>.
8. About Universal State System of Prevention and Response to ES: Resolution of the government of Russia of 30.12.2003 No 794. URL: <http://base.garant.ru/186620/>.