

**БЕЗОПАСНОСТЬ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ / SAFETY IN EMERGENCY SITUATIONS**

УДК 614.8

**ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ ВЕДЕНИИ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ РАБОТ И ТУШЕНИИ ПОЖАРОВ****Королев Денис Сергеевич<sup>1</sup>, Арифупин Евгений Заудятович<sup>1</sup>,  
Русских Дмитрий Викторович<sup>2</sup>, Шмырева Марианна Борисовна<sup>3</sup>**<sup>1</sup>Воронежский государственный технический университет, г. Воронеж, Россия<sup>2</sup>Академия Государственной противопожарной службы МЧС России, г. Москва, Россия<sup>3</sup>Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, Красноярский край, г. Железногорск, Российская Федерация**АННОТАЦИЯ**

В настоящее время количество чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера стремительно увеличивается, что обусловлено прямыми и косвенными факторами (изменением климата, авариями на различных объектах инфраструктуры и т. д.). Таким образом, для достижения общей цели системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций – защиты людей, имущества, территорий и прочего – необходима слаженная работа всех ее элементов с учетом применения последних достижений в области цифровой трансформации. Однако цифровизация государственного управления несет в себе определенные риски (технические сбои, нарушение информационной безопасности и т. д.). Поэтому авторами статьи была проведена статистическая обработка данных и был рассчитан коэффициент Фехнера, значение которого оказалось незначимым, т.е. вероятность возникновения и степень негативного воздействия от внедрения цифровых технологий в деятельность МЧС не должны оказать отрицательного эффекта. Кроме того, разработав анкеты-опросники и определив коэффициент конкордации, показавший удовлетворительную степень согласованности экспертов по вопросу эффективности применения современных технологий, авторами статьи предложены избыточные рекомендации по разработке цифровых ортофотопланов, необходимых при прогнозировании и моделировании различных процессов, а также для мониторинга и контроля проведения аварийно-спасательных работ.

**Ключевые слова:** чрезвычайная ситуация, статистические данные, анкеты-опросники, аварийные работы, методика

**DIGITAL TECHNOLOGIES FOR EMERGENCY RESCUE AND FIRE FIGHTING****Denis S. Korolev<sup>1</sup>, Evgeniy Z. Arifulin<sup>1</sup>, Dmitriy V. Russskikh<sup>2</sup>, Marianna B. Shmyreva<sup>3</sup>**<sup>1</sup>Voronezh State Technical University, Voronezh, Russian Federation<sup>2</sup>Academy of the State Fire Service, Moscow, Russian Federation

<sup>3</sup>Siberian Fire and Rescue Academy of the State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia, Krasnoyarsk Territory, Zheleznogorsk, Russian Federation

## ABSTRACT

Currently, the number of emergency situations of a natural and technogenic nature is rapidly increasing, due to direct and indirect factors (climate change, accidents at various infrastructure facilities, etc.). Thus, to achieve the general goal of the system of preventing and eliminating emergency situations - the protection of people, property, territories and other things, the coordinated work of all its elements is necessary, taking into account the application of the latest achievements in the field of digital transformation. However, the digitalization of public administration carries certain risks (technical failures, violation of information security, etc.). Therefore, the authors of the article carried out statistical data processing and the fekhner coefficient was calculated, the value of which was not significant. Those, the probability of occurrence and the degree of negative impact from the introduction of digital technologies in the activity of the Ministry of Emergencies should not have a negative effect. In addition, developing questionnaires and determining the concordance coefficient, showing the satisfactory degree of consistency of experts on the effectiveness of the use of modern technologies, the authors of the article proposed excessive recommendations for the development of digital orthoplatoles necessary when predicting and modeling various processes, as well as monitoring and monitoring of emergency and control rescue work.

**Keywords:** emergency situation, statistics, questionnaires, emergency work, methodology

## Введение

Внутриполитическая деятельность Российской Федерации представляет собой систему государственного управления, основной целью которой является контроль состояния и обеспечения национальной безопасности страны, что достигается путем разработки особого комплекса мер, направленных на защиту населения и территорий от чрезвычайных ситуаций (далее – ЧС) природного и техногенного характера, ситуаций, вызванных военными конфликтами. Реализует деятельность по раннему выявлению или локализации деструктивных событий, сводит к минимуму воздействия поражающих факторов при ЧС, размеров ущерба от них [1, 2].

К основным событиям настоящего времени, негативно влияющим на состоя-

ние защищенности населения, территории, имущества и др., следует отнести [3, 4]:

– климатические изменения и некоторые стихийные бедствия, не характерные для определенной территории, активизация геофизических и космогенных процессов;

– техногенные аварии и катастрофы, причиной которых послужили изношенность коммунальной инфраструктуры, пожар или природный катаклизм;

– возникновение опасных инфекционных заболеваний людей, растений и животных, вызванных, в том числе увеличением интенсивности миграционных процессов и урбанизацией городской среды;

– угрозы, вызванные негативным изменением окружающей среды,

усложнением технологических процессов и т. д.

Таким образом, в стремительно меняющемся мире необходимо экстренно реагировать на меняющиеся внутренние и внешние угрозы. Поэтому своевременный контроль состояния готовности муниципальных систем управления и связи, информирования и оповещения населения путем постоянной проверки их работоспособности, отслеживание динамики рисков в техносфере, совершенствование и подготовка населения в вопросах культуры безопасности жизнедеятельности и др., актуализация нормативно-правовой базы в области защиты населения и территорий от ЧС будут способствовать повышению уровня защищенности населения и, как следствие, процветанию государства.

Например, министерством МЧС России был подготовлен законопроект, а позже подписан Президентом РФ Федеральный закон от 30.01.2024 № 5 «О внесении изменений в Федеральный закон "О защите населения и территорий от ЧС природного и техногенного характера" (редакция вступает в силу 29.06.2024). Теперь ст. 25 «Создание и использование резервов финансовых и материальных ресурсов для ликвидации чрезвычайных ситуаций» дополнена тем, что финансовые и материальные ресурсы, за исключением государственного материального резерва, можно использовать при введении режима повышенной готовности, если это предусмотрено порядком создания и использования резервов.

Таким образом имеющиеся резервы финансовых и материальных ресурсов могут быть использованы при выполнении мероприятий, направленных на предупреждение ЧС при введении режима повышенной готовности, что позволит вовремя выполнить комплекс мер, направленных на минимизацию потерь от ЧС.

### Методы и результаты исследований

Одной из основных проблем, влияющих на успешный исход проведения аварийно-спасательных работ в случае ЧС, является оперативный сбор точной информации, достоверное владение и умение качественно осуществлять оперативный обмен прогнозными сведениями, что даст возможность заблаговременно подготовить необходимые силы и средства для выполнения специальных работ в зоне ЧС и дальнейшего реагирования на них [5].

Для решения складывающейся проблемы в рамках системы антикризисного управления целесообразно применение современных технологий. Конечно, цифровизация государственного управления несет в себе определенные риски. Оценить вероятность возникновения и степень их воздействия в сфере деятельности МЧС России позволит статистический коэффициент Г. Фехнера [6], который показывает уровень взаимосвязи направлений отклонений индивидуальных параметров факторного и конечного признаков от соответствующих средних. Особенностью коэффициента корреляции знаков является то, что он лежит в пределах  $-1...+1$ . Если полученное расчетное значение близко или равняется 1, то говорят о прямой связи, если значение менее 0, то присутствует обратная связь. Для определения искомой величины авторами разработана и представлена сводная таблица с деструктивными ситуациями, которые могут возникнуть в процессе цифровой трансформации (табл. 3).

Определим коэффициент корреляции знаков при помощи формул (1, 2), где исходными данными будут являться значения экспертов (табл. 1):

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} = \frac{32}{7} \approx 4,57 \quad \bar{y} = \frac{\sum y_i}{n} = \frac{28}{7} \approx 4; \quad (1)$$

$$K_f = \frac{n_a - n_b}{n_a + n_b} = \frac{6 - 1}{6 + 1} \approx 0,71; \quad (2)$$

$n_a$  — количество соответствий знаков отличия индивидуальных показателей от среднего;

$n_b$  — количество отклонений.

утверждать о наличии прямой связи.

Поскольку полученное значение лежит в пределах от 0 до +1, то можно

**Таблица 1**  
Негативные последствия применения цифровых технологий  
**Table 1**  
Negative consequences of using digital technologies

Вероятностные риски Probabilistic risks	Вероятность возникновения, от 1 до 5 (X) Probability of occurrence from 1 to 5(X)	Степень воздействия, от 1 до 5 (Y) Impact level from 1 to 5(U)	Отклонение от среднего X Deviation from the mean X	Отклонение от среднего Y Deviation from the mean Y
Риск технических сбоев оборудования и (или) программного обеспечения Risk of technical failures of equipment and (or) software	4	4	-	+
Риск нарушения информационной безопасности (утечка данных, хакерские атаки и т. п.) Risk of information security violation (data leaks, hacker attacks, etc.)	5	5	+	+
Риск недостаточного качества государственных данных (дублирование, пустые значения, отсутствие единых правил сокращения слов и т. п.) Risk of insufficient quality of government data (duplication, empty values, lack of uniform rules for abbreviating words, etc.)	5	4	+	+
Риск искажения данных при использовании неадекватных методик их расчета Risk of data distortion when using inadequate methods for their calculation	4	3	-	-
Риск формального подхода к цифровизации управления, решение задач цифровизации без реального улучшения жизни людей The risk of a formal approach to digitalization of management, solving digitalization problems without really improving people's lives	4	3	-	-
Риск чрезмерного доверия субъекта управления к вердиктам, выносимым искусственным интеллектом The risk of excessive trust of the subject of management in the verdicts made by artificial intelligence	5	5	+	+

Риск недостатка цифровых компетенций служащих, реализующих управленческие задачи, в том числе по части цифровизации Risk of lack of digital competencies of employees implementing management tasks, including in terms of digitalization	5	4	+	+
Среднее Average	32	28		

Тогда для оценки его значимости воспользуемся формулой (3):

$$T_{nabl} = K_f \cdot \frac{\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-K_f^2}} = 0,71 \cdot \frac{\sqrt{5}}{\sqrt{1-0,71^2}} \approx 2,28 \quad (3)$$

$T_{nabl}$  – значимость коэффициента Фехнера;

$K_f$  – коэффициент корреляции;

$n$  – значения- критерии.

По имеющейся таблице критических значений-критериев Стьюдента определяем, что  $t_{табл} : t_{табл} (n - m - 1; a) = (5; 0,05) = 2,571$ . Учитывая, что  $T_{nabl} < t_{табл}$ , то существует гипотеза о равенстве нулевого коэффициента Фехнера, т. е. вероятность возникновения и степень воздействия не должны оказать негативного влияния на деятельность МЧС.

Отсюда и неудивительно, что в последнее время особое прикладное значение приобретают цифровые ортофотопланы, создаваемые на базе цифровых матриц рельефа местности и метаданных специалистами центров управления в кризисных ситуациях. Они применяются как готовые фотодокументы местности (например, для ориентирования на местности или привязки объектов к заданной системе координат) или как основа для топографической карты [7, 8].

Условно применение цифровых ортофотопланов в МЧС России можно разделить на три группы в зависимости от цели, которая ставится перед специалистами:

- для прогнозирования возможных последствий затопления (рис. 1);
- для определения и тематической обработки зон подтопления и строений (рис. 2);
- для анализа динамики проведения аварийно-спасательных работ и ликвидации последствий ЧС (рис. 3);
- для анализа природных явлений.

Для оценки эффективности применения современных цифровых технологий в деятельности МЧС России воспользуемся методом, в основе которого заложен принцип определения положительных и отрицательных эффектов от внедрения технологий, по мнению экспертов.

Отметим, что расчет экспертного коэффициента определяется как отношение результативного интегрального показателя эффективности к затратному показателю результативности, а исходными данными являются показатели, представленные в табл. 2.



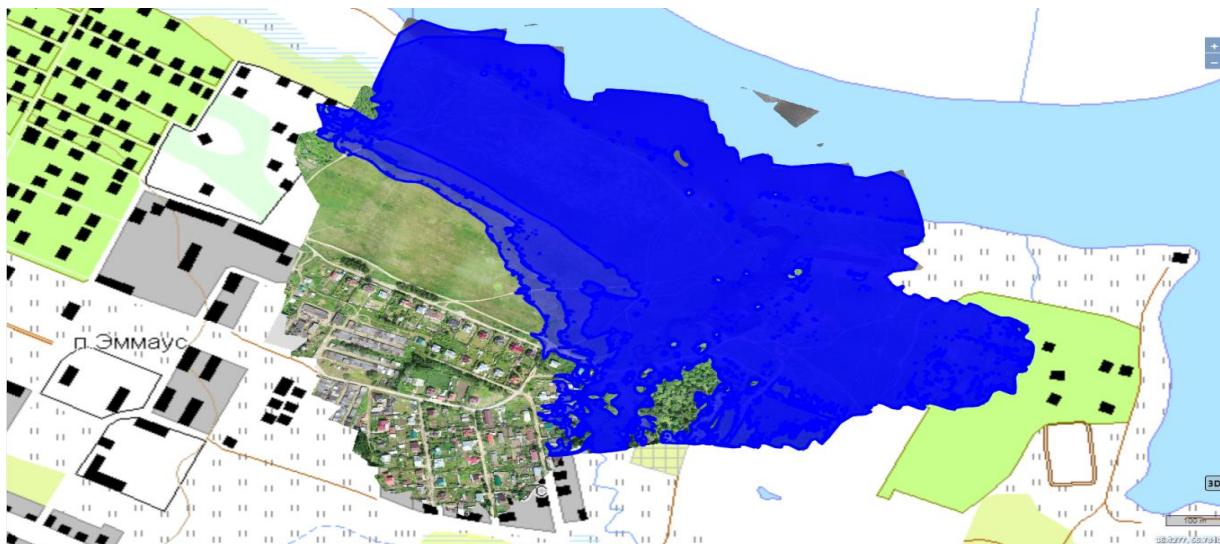


Рис. 1. Моделирование последствий подтопления в н. п. Эммаус, Тверская область

Fig. 1. Modeling the consequences of flooding in n.p. Emmaus, Tver region



Рис. 2. Определение зон наводнения в г. Тулун, Иркутская область

Fig. 2. Determination of flood zones in Tulun, Irkutsk region



Рис. 3. Проведение аварийно-восстановительных работ после наводнения

Fig. 3. Carrying out emergency recovery work after flood

Таблица 2

Показатели эффективности использования цифровых технологий [9]

Table 2

Digital technology performance indicators

Социальные и экономические показатели Social and economic indicators	Технологические показатели Technological indicators
снижение потребления материальных ресурсов reduction in consumption of material resources	повышение оперативности принятия управленческих решений increasing the efficiency of making management decisions
увеличение производительности increase in productivity	повышение контроля increased control
повышение безопасности личного состава increasing personnel safety	повышение прозрачности взаимодействия служб, населения increasing the transparency of interaction between services and the population
повышение квалификации training	повышение коэффициента использования вычислительных ресурсов increasing the utilization rate of computing resources

В целях получения достоверных данных, позволяющих сопоставить ситуацию в различных направлениях деятельности МЧС России, включая управление при проведении аварийно-спасательных работ, особенностей применения современных технологий и т. д., были разработаны специальные анкеты-опросники, наиболее полно отражающие реальную

обстановку (рис. 4), а для оценки значимости 11 факторов создана комиссия в количестве 5 человек.

В чек-листах для удобства использования предлагались различные варианты ответов, а в случае отсутствия необходимого эксперт записывал свое мнение в специально отведенном для этого месте.

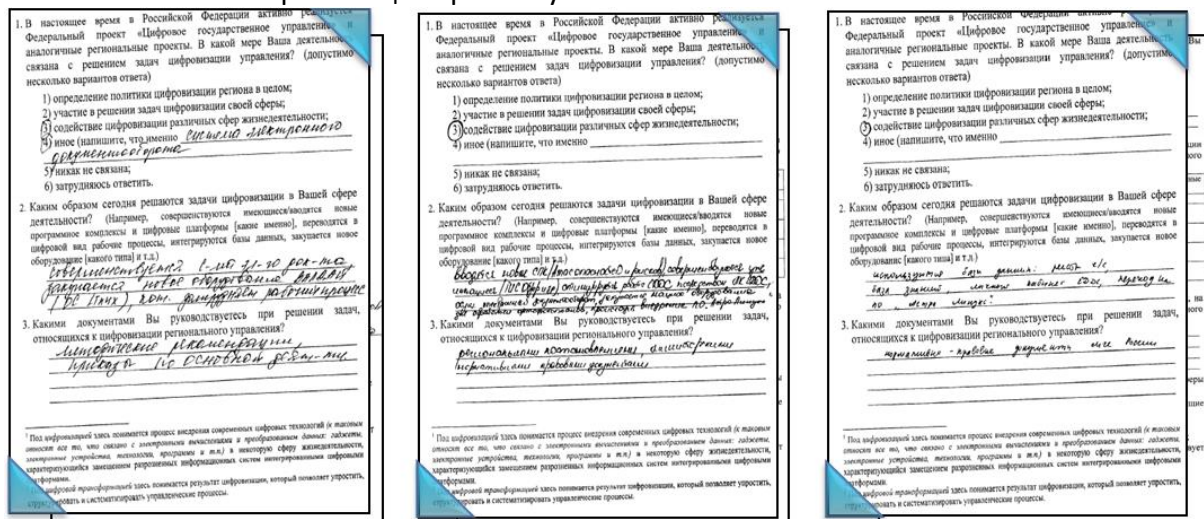


Рис. 4. Разработанные анкеты-опросники

Fig. 4. Developed questionnaires



Для удобства обработки данных авторами была сформирована матрица рангов, особенностью которой являлось то, что каждому рассматриваемому параметру присваивался номер, и если оценка

эксперта была наивысшей или несколько факторов были равнозначными, то им выставлялось значение 1 (табл. 3).

**Таблица 3**  
Сводная таблица рангов  
**Table 3**  
Summary table of ranks

№ / Эксперты Experts	1	2	3	4	5
1	4	4	3	5	3
2	5	5	3	5	4
3	5	4	3	4	3
4	4	3	3	4	3
5	4	3	3	5	3
6	5	5	3	5	4
7	5	4	3	5	3
8	4	3	3	3	5
9	5	5	3	3	5
10	5	4	3	4	4
11	5	5	3	3	4

Стоит отметить, что некоторые ответы экспертов совпадали, собственно как и присваиваемый порядковый номер, поэтому была проведена дефрагментация матрицы без изменения мнений и номе-

ров для сохранения соответствующих соотношений. Конечный вариант ранжирования и переформатирования рангов представлены в табл. 4.

**Таблица 4**  
Итоги ранжирования и переформатирования  
**Table 4**  
Results of ranking and reformatting

Номера мест в упорядоченном ряду Seat numbers in ordered row	Расположение факторов по оценке эксперта Arrangement of factors according to the expert's assessment	Новые ранги New ranks
1	3	3
2	3	3
3	3	3
4	3	3
5	3	3
6	4	7,5
7	4	7,5
8	4	7,5
9	4	7,5



10	5	10,5
11	5	10,5

На основании переформирования, строится новая матрица рангов (табл. 5). Проверим правильность составления матрицы на основе исчисления контрольной суммы по формуле (4):

$$\sum x_{ij} = \frac{(1+n) \cdot n}{2} = \frac{(1+11) \cdot 11}{2} = 66. \quad (4)$$

Поскольку суммы по столбцам матрицы равны между собой и контрольной

суммой, значит, матрица составлена правильно. Тогда для расчета коэффициента  $d$  воспользуемся формулой (5) и полученные значения сведем в табл.5:

$$d = \sum x_{ij} - \frac{\sum \sum x_{ij}}{n} = \sum x_{ij} - 30. \quad (5)$$

**Таблица 5**  
Основные результаты  
Table 5  
Main results

Факторы / Эксперты Factors / Experts	1	2	3	4	5	Сумма рангов The sum of the ranks	d	d <sub>2</sub>	Факторы Factors	Сумма рангов в The sum of the ranks	Σ	λ
x <sub>1</sub>	2,5	5,5	6	9	3	26	-4	16	x <sub>4</sub>	18,5	6	0,1017
x <sub>2</sub>	8	9,5	6	9	7,5	40	10	100	x <sub>5</sub>	22,5	3	0,05085
x <sub>3</sub>	8	5,5	6	5	3	27,5	-2,5	6,25	x <sub>8</sub>	23	6	0,1017
x <sub>4</sub>	2,5	2	6	5	3	18,5	-11,5	132,25	x <sub>1</sub>	26	8	0,1356
x <sub>5</sub>	2,5	2	6	9	3	22,5	-7,5	56,25	x <sub>3</sub>	27,5	7	0,1186
x <sub>6</sub>	8	9,5	6	9	7,5	40	10	100	x <sub>7</sub>	31,5	3	0,05085
x <sub>7</sub>	8	5,5	6	9	3	31,5	1,5	2,25	x <sub>10</sub>	32	5	0,08475
x <sub>8</sub>	2,5	2	6	2	10,5	23	-7	49	x <sub>11</sub>	33	7	0,1186
x <sub>9</sub>	8	9,5	6	2	10,5	36	6	36	x <sub>9</sub>	36	4	0,0678
x <sub>10</sub>	8	5,5	6	5	7,5	32	2	4	x <sub>2</sub>	40	5	0,08475
x <sub>11</sub>	8	9,5	6	2	7,5	33	3	9	x <sub>6</sub>	40	5	0,08475
Σ	66	66	66	66	66	330		511			59	1

В табл. 5 представлены суммы рангов, при помощи которых можно рассчитать весомость рассмотренных параметров, а матрицу опроса преобразуем при помощи формулы (6), где  $x_{max} = 5$ :

$$S_{ij} = x_{max} - x_{ij}. \quad (6)$$

Затем определим коэффициент конкордации для связанных рангов и определим степень согласованности мнений всех экспертов (7–8) [10, 11, 12]:

$$W = \frac{511}{\frac{1}{12} \cdot 5^2 \cdot (11^3 - 11) - 5 \cdot 184,5} = 0,58; \quad (7)$$

$$T_i = \frac{1}{12} \cdot \sum (t_i^3 - t_i), \quad (8)$$

где  $L_i$  – количество повторений в оценках  $i$ -го эксперта;  
 $t_i$  – число показателей в  $i$ -й связке для  $i$ -го эксперта;  
 $S$  – значение квадратов отклонений суммы рангов (511);  
 $n$  – количество экспертов (11);  
 $m$  – количество факторов (5).

$$W = \frac{511}{\frac{1}{12} \cdot 5^2 \cdot (11^3 - 11) - 5 \cdot 184,5} = 0,58$$

Полученное значение (0,58) определяет степень согласованности мнений экспертов как среднюю. Тогда значимость коэффициента конкордации определим при помощи критерия Пирсона (9):

$$x^2 = \frac{S}{\frac{1}{12} \cdot m \cdot n \cdot (n+1) + \frac{1}{n-1} \cdot \sum T_i} = \frac{511}{\frac{1}{12} \cdot 5 \cdot 11 \cdot (11+1) + \frac{1}{11-1} \cdot 184,5} = 19,98 \quad (9)$$

Критерий Пирсона ( $\chi^2$ ) может быть сравним с табличным значением для числа степеней свободы при заданном уровне значимости  $\alpha = 0,05$ . Так как  $\chi^2$  -расчетный (19,98) > табличного (18,30704), то коэффициент конкордации – величина неслучайная, а потому полученные результаты имеют смысл и могут использоваться в дальнейших исследованиях.

В целях постоянного мониторинга и оценки результатов проведения аварийно-спасательных работ при помощи

ортофотопланов необходимо обеспечить их высокое качество. Для этого авторами предлагается руководствоваться следующей методикой:

1) в меню беспилотного воздушного судна [13] необходимо перейти в режим настроек и выбрать интервальную съемку (рис. 5), учитывая величину заданного интервала, зависящего от высоты, т. е. чем больше высота, тем больше интервал съемки (табл. 6);

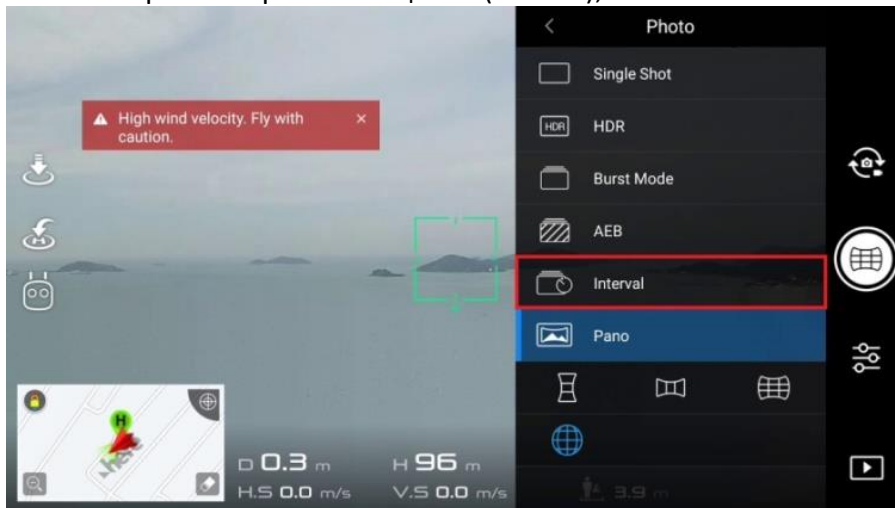


Рис. 5. Переход в режим интервальной съемки в приложении DJI Go

Fig. 5. Switching to interval shooting mode in the DJI Go

Таблица 6

Оптимальные параметры для осуществления интервальной съемки

Table 6

Optimal parameters for interval shooting

Высота полета беспилотного воздушного судна Unmanned aircraft flight altitude	Интервал съемки Shooting interval
0–100 м	1 с
100–200 м	3 с
200–300 м	5 с
300–400 м	7 с
400–500 м	10 с

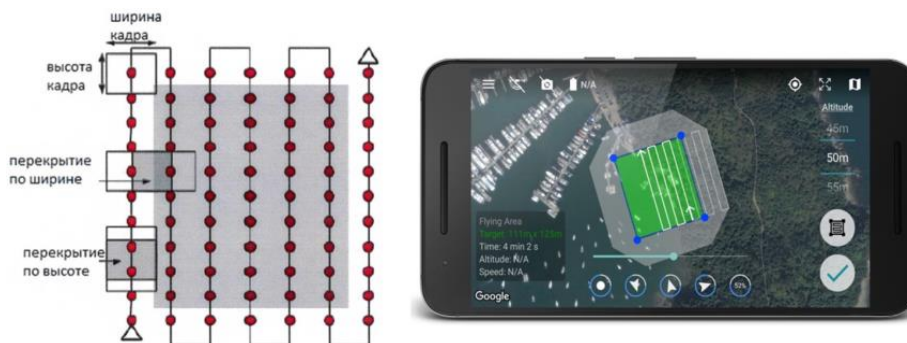
2) положение камеры при этом должно быть направлено вертикально вниз (рис. 6);



**Рис. 6.** Положение камеры для осуществления оперативной аэрофотосъемки с целью построения ортофотоплана

**Fig. 6.** The position of the camera for carrying out operational aerial photography in order to build an orthophotoplane

3) для решения задачи проведения плановой съемки с целью получения ортофотоплана на интересующую территорию достаточно полета по следующей схеме (рис. 7):



**Рис. 7.** Траектория полета

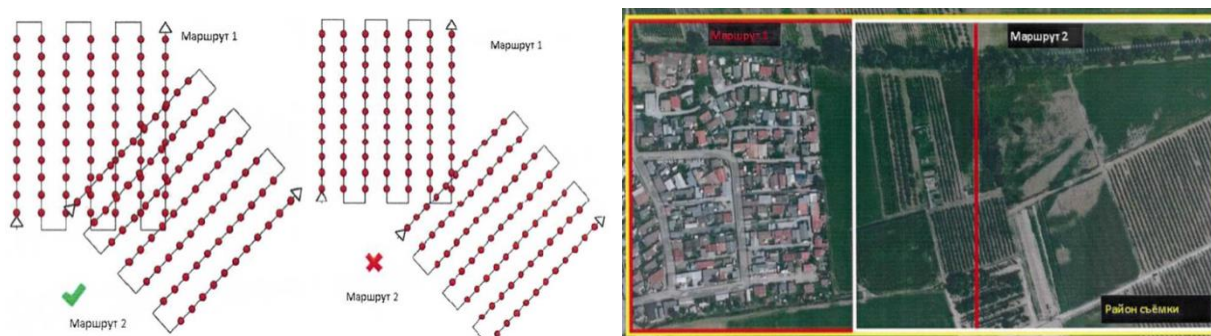
**Fig. 7.** Flight path

Съемку необходимо проводить с условием обеспечения межкадрового перекрытия по ширине 60 % и по длине (высоте) кадра 80 %. Причем при проведении съемки желательно обеспечивать постоянную высоту полета для достижения наилучшего результата построения ортофотоплана (кроме случая значительного изменения высоты рельефа территории, см. ниже). Площадь фактической съемки должна превышать площадь заданной территории;

4) для построения трехмерной модели по данным аэрофотосъемки

(съемки с БАС) необходимо, чтобы на фотоснимках присутствовали все фасады строений, поэтому для получения исходных материалов рекомендуется выполнять полет с сохранением указанных ранее параметров межкадрового перекрытия;

5) если требуемая территория не покрывается съемкой, произведенной в ходе одного вылета, то проводится несколько вылетов в зависимости от задачи (примеры достаточного и недостаточного межмаршрутного перекрытия представлены на рис. 8).



**Рис. 8.** Примеры полетов

**Fig. 8.** Flight examples

Получаемые цифровые материалы при помощи представленной методики будут способствовать повышению эффективности проведения аварийно-спасательных работ при ликвидации последствий ЧС различного характера. Такой подход позволит оперативно формировать выводы исходя из складывающейся обстановки, проводить моделирование и последующее прогнозирование.

#### Заключение

Таким образом, в материалах статьи поднимается актуальная проблема — повышение эффективности проведения аварийно-спасательных работ при помощи современных технологий, являющихся объектами цифровой трансформации государственного управления. Некоторыми экспертами отмечается, что цифровизация может нести в себе определенные риски

для системы МЧС России. Однако данное предположение было опровергнуто путем расчета коэффициента Фехнера. В целях получения достоверных данных, позволяющих сопоставить ситуации в различных направлениях деятельности МЧС России, авторами определен коэффициент корреляции на базе разработанных анкет-опросников. Полученная величина является неслучайной, а потому результаты имеют смысл и могут быть использованы в дальнейших исследованиях. Кроме того, для повышения эффективности проведения аварийно-спасательных работ, мониторинга обстановки в режиме реального времени предлагается использовать ортофотопланы. Для поддержания высокого качества цифровых материалов, авторами предлагается методика их построения.

#### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Королёв Д. С., Калач А. В. Современные аспекты совершенствования системы гражданской обороны Российской Федерации // Гражданская оборона на страже мира и безопасности : материалы VII Междунар. науч.-практ. конф., посвященной Всемирному дню гражданской обороны в год 90-летия со дня образования Академии ГПС МЧС России: в 5 ч. М., 2023. С. 135–139.
2. Концепция модели развития системы управления в кризисных ситуациях / Д. С. Королёв [и др.] // Сибирский пожарно-спасательный вестник. 2021. № 2 (21). С. 64–69.
3. Федулов А. И., Дьячковский С. В. Модель поддержки управления подразделениями МЧС при угрозе ЧС // Наука и мир. 2023. № 10 (122). С. 29–31.
4. Вялышев А. И., Таранов А. А., Федосеева Т. А. Радиационные угрозы и риски ЧС радиационного характера в Арктическом регионе и возможность их мониторинга // Безопасность в современном мире. 2023. № 1 (1). С. 29–39.
5. Духанов А. А. Информация как базовый ресурс управления // Новая наука: современное состояние и пути развития. 2015. № 1. С. 127–129.
6. Попускайло В. С. Исследование линейной корреляционной связи в парных выборках малого объема // Технология и конструирование в электронной аппаратуре. 2016. № 1. С. 27–32.



7. Пиримов Ж. Ж., Шеркулов Ш. Ж. У. Зарубежный опыт использования аэрокосмических снимков при создании ортофотопланов различных масштабов // Актуальные проблемы современной науки. 2022. № 6 (129). С. 30–33.

8. Хрущ Р. М. Фотопланы (ортофотопланы): сущность, содержание и развитие методов, способов и средств трансформирования снимков // Научные технологии в космических исследованиях Земли. 2018. Т. 10, № 3. С. 94–102.

9. Karataeva G. E. Fuzzy-multiple efficiency rating of universities based on a complex of additional indicator // Modern Information Technologies and IT-Education. 2018. Т. 14, № 2. pp. 462–471.

10. Demchenko S. K., Melnikova T. A. The methodology of developing the system of indicators to evaluate the socio-economic development efficiency // Journal of Siberian Federal University. Humanities and Social Sciences. 2015. Т. 8, № 11. pp. 2356–2384.

11. Лубенец Ю. В. Модифицированный коэффициент конкордации, учитывающий в большей степени согласованность лучших альтернатив, при наличии связанных рангов // Вести высших учебных заведений Черноземья. 2021. № 3 (65). С. 39–46.

12. Лубенец Ю. В. Альтернативный коэффициент конкордации при наличии связанных рангов // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2021. Т. 17, № 1. С. 40–45.

13. Джанджапонян Е. П., Титова Е. С. Опасные метеорологические явления и условия, при которых полеты бвс запрещаются // Уральский научный вестник. 2023. Т. 7, № 3. С. 181–184.

#### REFERENCES

1. Korolev D.S., Kalach A.V. Modern aspects of improving the civil defense system of the Russian Federation. Civil defense on guard of peace and security. Materials of the VII International Scientific and Practical Conference dedicated to World Civil Defense Day in the Year of the 90th anniversary of the formation of the State Fire Service Academy of the Ministry of Emergency Situations of Russia. Moscow, 2023; 135–139. (rus).

2. Korolev D.S., Shmyreva M.B., Boyko G.M., Kvashnina G.A. Concept of a model for the development of a management system in crisis situations. Siberian Fire and Rescue Bulletin. 2021; 2 (21): 64–69. (rus).

3. Fedulov A.I., Dyachkovsky S.V. Model for supporting the management of EMERCOM departments in the event of a threat of emergency. Science and World. 2023; 10 (122): 29–31. (rus).

4. Vyalyshv A.I., Taranov A.A., Fedoseeva T.A. Radiation threats and risks of radiation emergencies in the Arctic region and the possibility of their monitoring. Security in the modern world. 2023; 1 (1): 29–39. (rus).

5. Dukhanov A.A. Information as a basic management resource. New science: Current state and development paths. 2015; 1: 127–129. (rus).

6. Popukailo V.S. Study of linear correlation in paired samples of small volume. Technology and design in electronic equipment. 2016; 1: 27–32. (rus).

7. Pirimov Zh.Zh., Sherkulov Sh.Zh.U. Foreign experience in using aerospace images to create orthophotomaps of various scales. Current problems of modern science. 2022; 6 (129): 30–33. (rus).

8. Khrushch R.M. Photomaps (orthophotomaps): essence, content and development of methods, methods and means of transforming images. Science-intensive technologies in space research of the Earth. 2018; 10(3): 94–102. (rus).

9. Karataeva G.E. Fuzzy-multiple efficiency rating of universities based on a complex of additional indicator. Modern Information Technologies and IT-Education. 2018; 14 (2): 462–471. (rus).

10. Demchenko S.K., Melnikova T.A. The methodology of developing the system of indicators to evaluate the socio-economic development efficiency. Journal of Siberian Federal University. Humanities and Social Sciences. 2015; 8 (11): 2356–2384. (rus).

11. Lubenets Yu.V. Modified concordance coefficient, which takes into account to a greater extent the consistency of the best alternatives in the presence of related ranks. News of higher educational institutions of the Chernozem region. 2021; 3 (65): 39–46. (rus).

12. Lubenets Yu.V. Alternative concordance coefficient in the presence of related ranks. Bulletin of the Voronezh State Technical University. 2021; 17(1): 40–45. (rus).

13. Dzhandzhaponyan E.P., Titova E.S. Dangerous meteorological phenomena and conditions under which UAV flights are prohibited. Ural Scientific Bulletin. 2023; 7(3): 181–184. (rus).

**Информация об авторах**

**Королев Денис Сергеевич**, доцент кафедры техносферной и пожарной безопасности, кандидат технических наук, доцент Воронежского государственного технического университета, Россия, 394006, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, д. 84; РИНЦ ID: 829407; e-mail: [otrid@rambler.ru](mailto:otrid@rambler.ru)

**Арифюлин Евгений Заудятович**, доцент кафедры техносферной и пожарной безопасности, кандидат технических наук, Воронежский государственный технический университет, Россия, 394006, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, д. 84; РИНЦ ID: 715908

**Русских Дмитрий Викторович**, заместитель начальника учебно-научного комплекса – начальник кафедры (процессов горения и экологической безопасности) учебно-научного комплекса процессов горения и экологической безопасности, кандидат технических наук, Академия Государственной противопожарной службы МЧС России, Россия, 129366, г. Москва ул. Бориса Галушкина, д. 4; РИНЦ ID: 175685

**Шмырева Марианна Борисовна**, заместитель начальника научно-технического центра, кандидат экономических наук, Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, Россия, 662972, Красноярский край, г. Железногорск, ул. Северная, 1; РИНЦ ID: 754990

**Information about the authors**

**Denis S. Korolev**, Associate Professor of the Department of Technosphere and Fire Safety, Ph.D., Associate Professor Voronezh State Technical University, st. 20th Anniversary of October, 84, Voronezh, 394006, Russian Federation; ID RISC: 829407; e-mail: [otrid@rambler.ru](mailto:otrid@rambler.ru)

**Evgeniy Z. Arifulin**, Associate Professor of the Department of Technosphere and Fire Safety, Ph.D, Voronezh State Technical University, st. 20th Anniversary of October, 84, Voronezh, 394006, Russian Federation; ID RISC: 715908;

**Dmitry V. Russkikh**, Deputy Head of the Educational and Scientific Complex - Head of the Department (Combustion Processes and Environmental Safety) of the Educational and Scientific Complex of Combustion Processes and Environmental Safety, Ph.D., Academy of the State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia, st. Boris Galushkin, 4, Moscow, 129366, Russia, ID RSCI: 175685

**Marianna B. Shmyreva**, Deputy Head of the Scientific and Technical Center, Ph.D., Siberian Fire and Rescue Academy of the State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia, Russia, 662972, Krasnoyarsk region, Zheleznogorsk, st. North, 1; ID RSCI: 754990