

УДК 372.862

С. А. Гарелина, К. П. Латышенко, Г. Ф. Нагорный

*Академия гражданской защиты МЧС России
г. Химки, Российская Федерация*

**РЕАЛИЗАЦИЯ СОВРЕМЕННЫХ ТЕНДЕНЦИЙ В ОБЛАСТИ ЦИФРОВОЙ
ТРАНСФОРМАЦИИ НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
В ПРЕПОДАВАНИИ ОБЩЕТЕХНИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН
В АГЗ МЧС РОССИИ
ЧАСТЬ 2. ОБОСНОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ
ЗАНЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ
И СЕРТИФИКАЦИЯ»**

Аннотация. Представленная статья состоит из пяти частей. В статье представлен результат по разработке нового цифрового инструмента – модуля для обработки результатов лабораторных работ, адаптированного для системы EDU.AMCHS.RU. Модуль позволяет использовать его при проведении занятий практической направленности (лабораторных работ и практических занятий) и способствует росту цифровой компетенции обучающихся в Академии.

Вторая часть статьи посвящена обоснованию четырех методов обработки экспериментальных данных, предусматривающих использование калькулятора, встроенных математических и статистических функций и Пакета анализа Excel, на основе анализа математического аппарата, используемого для обработки результатов ЛР, и уровня цифровой компетенции обучающихся в Академии в области использования программного продукта Excel. Выявлены преимущества и недостатки четырех методов обработки экспериментальных данных, обоснование выбора оптимального метода обработки экспериментальных данных для проведения занятий различной практической направленности на основе педагогических экспериментов.

Ключевые слова: цифровая трансформация науки и высшего образования, метрология, стандартизация, сертификация, система EDU.AMCHS.RU

Практика преподавания общетехнических дисциплин на кафедре свидетельствует о разном уровне подготовки обучающихся в области использования современных вычислительных средств. Несмотря на наличие компьютеров, позволяющих использовать программы со встроенными вычислительными функциями, большинство обучающихся при выполнении расчетов используют традиционное средство – калькулятор [1].

В связи с разработкой учебного модуля, расширяющего возможности использования ЭИОС Академии, на кафедре был проведен педагогический эксперимент. Его цель – выявить уровень знаний обучающихся в области использования компьютерных технологий для обработки результатов ЛР, с одной стороны, и оценить влияние используемых вычислительных средств на усвоение учебного материала и затраты времени на обработку данных с другой. В процессе эксперимента важно было выяснить оказывает ли влияние вид используемых

цифровых технологий (метод вычислений) на усвоение обучающимся теоретических положений и в какой степени.

Эксперимент выполнялся в компьютерном классе Академии. Участие в нем приняли курсанты второго и третьего курса, направления подготовки которых предусматривает изучение общетехнических дисциплин. Обучающимся было предложено выполнить обработку результатов прямых многократных измерений, предусматривающую использование метода статистического анализа [2].

Предварительно, вне зависимости от уровня цифровой компетенции, участники эксперимента были ознакомлены с методикой статистической обработки массивов данных. При этом были выявлены их умения и навыки использования компьютера в качестве средства вычислений.

В качестве универсальной вычислительной среды для обработки данных был выбран табличный процессор Excel. Участники эксперимента, не имевшие навыка работы с процессором, могли воспользоваться встроенным калькулятором.

По результатам опроса все участники были разделены на четыре группы. В первую группу вошли курсанты, которые не владели навыком использования программы Excel и могли использовать только встроенный калькулятор. Курсанты, вошедшие во вторую группу, освоили использование только математических функций Excel. Третья группа курсантов имела навык применения как математических, так и статистических встроенных функций. В четвертой группе обучающиеся отличались достаточно высоким уровнем знаний в области использования возможностей программы и могли не только использовать математические и статистические функции, но и применить встроенную комплексную функцию «Пакет анализа», предназначенную для практически полной автоматизации получения основных характеристик массивов данных с использованием методов статистического анализа. Долевой количественный состав групп участников представлен на рисунке 2.1.

Каждый участник эксперимента выполнял статистическую обработку одного и того же массива данных, полученного ранее при выполнении прямых многократных измерений значений физической величины, используя для этого соответствующий инструмент – калькулятор, встроенные функции или «Пакет анализа». Всем участникам был предоставлен алгоритм выполнения обработки данных, включающий используемые при этом аналитические выражения.

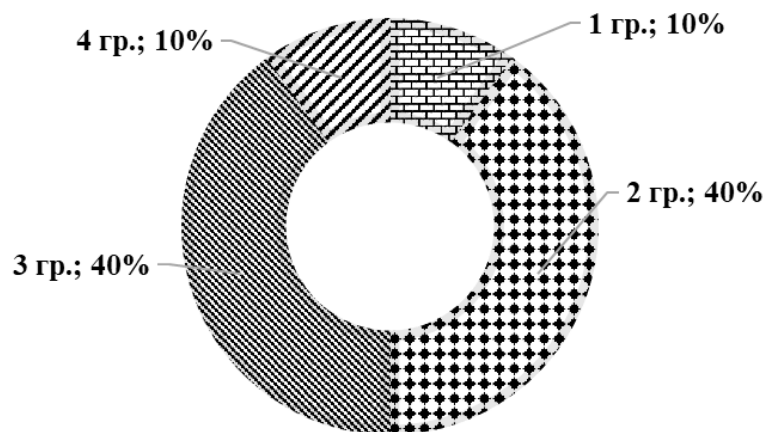


Рисунок 2.1 – Долевой состав групп участников педагогического эксперимента

После завершения выполнения задания участники заполнили анкету, содержащую вопросы, касающиеся понимания (усвоения) физического смысла аналитических выражений, используемых при обработке результатов эксперимента, формулирования выводов и установления закономерностей при анализе полученных результатов (рисунок 2.2).

Дата	Группа	ФНО
Тест		
Обработка результатов прямых многократных измерений		
1. Какое из приведенных аналитических выражений используют для определения среднего квадратического отклонения результатов измерения;		
$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \quad \bar{\sigma} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad \Delta X = \pm t_{\alpha} \bar{\sigma} \quad \sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$		
a)	b)	c) d)
2. Какое из приведенных аналитических выражений используют для определения среднего квадратического отклонения среднего арифметического результата измерений;		
$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \quad \bar{\sigma} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad \Delta X = \pm t_{\alpha} \bar{\sigma} \quad \sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$		
a)	b)	c) d)
3. Какое из приведенных аналитических выражений используют для определения доверительного интервала (доверительных границ) случайной погрешности.		
$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \quad \bar{\sigma} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad \Delta X = \pm t_{\alpha} \bar{\sigma} \quad \sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$		
a)	b)	c) d)
Какое из приведенных аналитических выражений используют для определения среднего арифметического значения результатов измерения.		
$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \quad \bar{\sigma} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad \Delta X = \pm t_{\alpha} \bar{\sigma} \quad \sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$		
a)	b)	c) d)
4. Какое из утверждений верно:		
a) Чем больше доверительная вероятность, тем меньше доверительный интервал;		
b) Чем меньше доверительная вероятность, тем меньше доверительный интервал;		
c) Доверительный интервал не зависит от доверительной вероятности		
d) Все выражения не верны.		
5. Как можно уменьшить влияние случайной погрешности на результат измерений (на величину доверительного интервала) ?		
a) Увеличить доверительную вероятность;		
b) Уменьшить доверительную вероятность;		
c) Увеличить число измерений;		
d) Уменьшить число измерений.		
6. Как зависит значение коэффициента Стьюдента t_{α} от числа измерений и доверительной вероятности?		
a) t_{α} увеличивается с ростом числа измерений и уменьшается с ростом доверительной вероятности;		
b) t_{α} увеличивается с ростом числа измерений и увеличивается с ростом доверительной вероятности;		
c) t_{α} уменьшается с ростом числа измерений и уменьшается с ростом доверительной вероятности;		
d) t_{α} уменьшается с ростом числа измерений и увеличивается с ростом доверительной вероятности;		

Рисунок 2.2 – Анкета для оценки степени усвоения знаний, умений и навыков по обработке массива данных

Выполнение задания осуществлялось в присутствии преподавателя, который не только контролировал правильность выполнения, но и оказывал консультативную поддержку при возникновении затруднений.

На рисунке 2.3 представлены итоговые результаты анкетирования участников педагогического эксперимента, отражающие влияние способа обработки массивов данных на усвоение смыслового содержания выполняемых действий. Обучающиеся, владеющие навыками использования встроенных статистических функций, достаточно осознано выполнили обработку данных. Они смогли сохранить логическую связь своих действий с физическим смыслом используемых аналитических выражений, что позволило данной группе обучающихся сделать меньше ошибок при ответе на вопросы, связанные с влиянием параметров, характеризующих случайные величины, на результат измерений. Доля правильных ответов у этой группы испытуемых составила в среднем 85 %.

Проблемы обучения

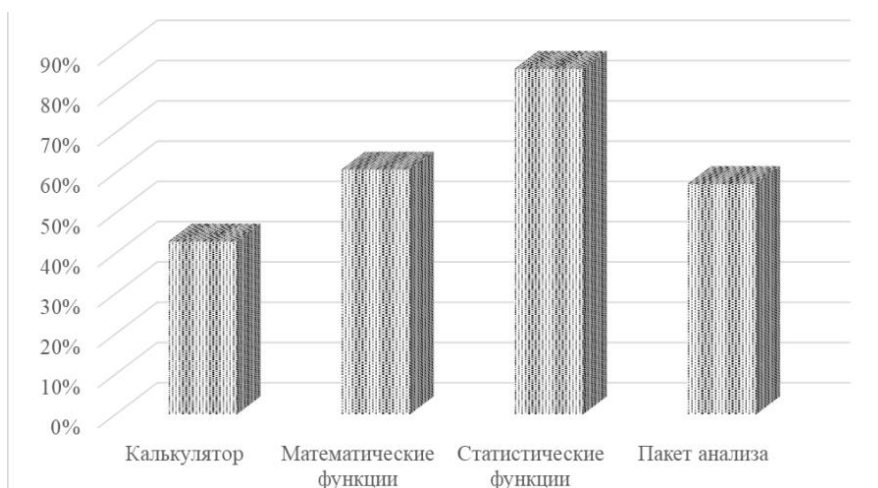


Рисунок 2.3 – Результаты анкетирования

Обучающиеся, которые использовали математические функции, в меньшей степени запомнили смысловое содержание используемых аналитических выражений. Их показатель правильных ответов составил 60 %. И хотя участники анкетирования в этой группе чаще обращались к формулам, подставляя в них исходные данные, их внимание было в большей степени сосредоточено не на смысловом содержании используемых выражений, а на выполнении самих вычислений.

Результат четвертой группы участников эксперимента также оказался ниже показателей третьей группы, и доля правильных ответов составила 57 %. На наш взгляд, причина снижения результатов в этой группе связана с тем, что «Пакет анализа» позволяет сразу получить искомые статистические характеристики массивов данных для последующего анализа и формулирования выводов и не требует от исполнителя постоянного обращения к формулам при выполнении промежуточных вычислений. Это не дает возможности обучающемуся в полной мере усвоить смысловое содержание аналитических выражений, что в дальнейшем может затруднить анализ полученных результатов.

Об этом свидетельствуют ответы обучающихся, которые использовали «Пакет анализа». На вопрос о влиянии параметров, характеризующих величину случайно погрешности и соответственно доверительного интервала не каждый из них смог выбрать правильный ответ. У части обучающихся в этой группе возникли затруднения при установлении соответствия аналитических выражений наименованию статистических характеристик.

Наибольшее количество неверных ответов при анкетировании допустили участники эксперимента, которые использовали для обработки результатов калькулятор, хотя они и использовали формулы для подстановки исходных данных. Такой результат может свидетельствовать о большей концентрации внимания на самих вычислениях и меньшей на установлении ассоциативной связи между смысловым содержанием используемых формул и получаемыми результатами.

Среднее время, затраченное на выполнение задания каждой группой обучающихся, не было одинаковым (рисунок 2.4). Первая и вторая группа в среднем затратили практически одно и то же время. Третья и четвертая группа участников затратила время соответственно на 23 и на 43 % меньше первых двух.

Проблемы обучения

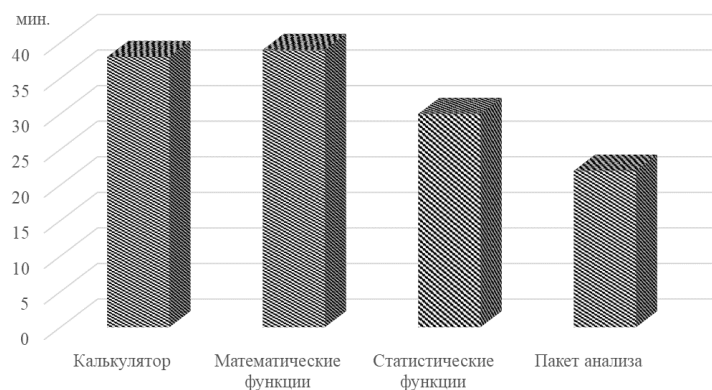


Рисунок 2.4 – Затраты времени выполнение задания

Анализ результатов проведенного педагогического эксперимента позволил сформировать следующие выводы: с тестом справились лучше обучающиеся, которые выполняли обработку с использованием статистических функций с долей правильных ответов 85 %. Ошибки в тесте допускали те обучающиеся, которые не смогли сделать выводы по результатам обработки результатов измерения. Соответственно и затраты времени на обработку у них были выше на 15 – 18 % [3, 4].

Таким образом, на основе экспериментальных исследований выявлены закономерности использования предложенных четырех методов обработки данных (таблица 2.1).

Таблица 2.1 – Результаты анализа выявленных закономерностей

№	Используемые вычислительные средств	Плюсы (+)	Минусы (-)
1	Калькулятор	Обучающиеся самостоятельно без дополнительной консультации выполняют обработку данных. Более высокая концентрация внимания	Затраты времени на выполнение задания большие, а ошибки в вычислениях встречаются чаще в сравнении с остальными методами.
2	Математические функции	Повышенная концентрация внимания Отрабатываются навыки работы в Excel.	Требуются знание и опыт вычислений с использованием Excel. Ослабление связи выполняемых действий с процессом обработки массива данных. Внимание заостряется в большей степени на самих вычислительных действиях, а не на цели вычислений.
3	Статистические функции Excel	Более высокий уровень понимания физического смысла определений с получаемыми результатами.	Не формируется знание физического смысла используемых формул.
4	Пакет анализа Excel	Снижение затрат времени на вычисления.	Требуются высокий уровень знаний теоретических основ обработки массива данных.

Выводы: Результаты педагогического эксперимента позволили выявить закономерности использования предложенных четырех методов обработки данных на занятиях различного вида (ПЗ, ЛР) и, как следствие, сформулировать следующие рекомендации по организации занятий, предусматривающих обработку массива данных:

Использовать калькулятор при отсутствии знаний Excel и организовать обучение основам Excel.

Использовать математические функции при выполнении заданий на ПЗ.

Использовать статистические функции при обработке результатов измерений на ЛР.

Для освоения цифровой обработки результатов измерений необходимо изучить смысловое содержание статистических функций Excel и их связь с аналитическими выражениями (формулами).

Доработать инструкцию в части использования статистических функций Excel, раскрыв шире информацию о соответствии каждой используемой функции смысловому содержанию.

Список литературы

1. Гарелина С. А., Латышенко К. П., Нагорный Г. Ф. Повышение цифровой компетенции обучающихся при изучении общетехнических дисциплин / Сб. тр. XXXII междунар. научно-практ. конф. «Предотвращение. Спасение. Помощь». – Химки: АГЗ МЧС России, 2022. – С. 25-30.

2. ГОСТ Р 8.736–2011 Измерения прямые многократные. Методы обработки результатов измерений. Основные положения.

3. Гарелина С. А., Нагорный Г. Ф., Латышенко К. П., Рябин Е. В. К вопросу повышения эффективности преподавания дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация» в образовательных учреждениях МЧС России // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. – 2020. – № 4 (47). – С. 32 – 41.

4. Гарелина С. А., Латышенко К. П. Особенности учебно-методического обеспечения дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация» в Академии гражданской защиты МЧС России // Вестник Кокшетауского технического института. – 2020. – № 1 (37). – С. 78-87.

References

1. Garelina S.A., Latyshenko K.P., Nagornyj G.F. Povyshenie cifrovoj kompetencii obuchayushchihsya pri izuchenii obshchetekhnicheskikh disciplin / Sb. tr. НКНKHII mezhd. n.-prakt. konf. «Predotvrashchenie. Spasenie. Pomoshch'». – Himki: AGZ MCHS Rossii, 2022. – S. 25-30.

2. GOST R 8.736–2011 Izmereniya pryamyе mnogokratnye. Metody obrabotki rezul'tatov izmerenij. Osnovnyе polozheniya.

3. Garelina S. A., Nagornyj G. F., Latyshenko K. P., Ryabin E. V. K voprosu povysheniya effektivnosti prepodavaniya discipliny «Metrologiya, standartizaciya i sertifikaciya» v obrazovatel'nyh uchrezhdeniyah MCHS Rossii // Nauchnye i obrazovatel'nye problemy grazhdanskoj zashchity. – 2020. – № 4 (47). – S. 32-41.

4. Garelina S. A., Latyshenko K. P. Osobennosti uchebno-metodicheskogo obespecheniya discipliny «Metrologiya, standartizaciya i sertifikaciya» v Akademii grazhdanskoj zashchity MCHS Rossii // Vestnik Kokshetauskogo tekhnicheskogo instituta. – 2020. – № 1 (37). – S. 78-87.

С. А. Гарелина, К. П. Латышенко, Г. Ф. Нагорный

Ресей ТЖМ Азаматтық қорғау академиясы, Химки, Ресей Федерациясы

РЕСЕЙ ТЖМ АҚА-ДА ЖАЛПЫ ТЕХНИКАЛЫҚ ПӘНДЕРДІ ОҚЫТУДА ҒЫЛЫМ МЕН
ЖОҒАРЫ БІЛІМНІҢ ЦИФРЛЫҚ ТРАНСФОРМАЦИЯСЫ САЛАСЫНДАҒЫ ҚАЗІРГІ
ЗАМАНҒЫ ҮРДІСТЕРДІ ІСКЕ АСЫРУ

2 БӨЛІМ. «МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТТАУ ЖӘНЕ СЕРТИФИКАТТАУ» ПӘНІ
БОЙЫНША САБАҚТАР ӨТКІЗУ КЕЗІНДЕ ӨЛШЕУ НӘТИЖЕЛЕРІН ӨНДЕУ ӘДІСТЕРІН
ҚОЛДАНУ ТИІМДІЛІГІНІҢ НЕГІЗДЕМЕЛЕРІ

Аңдатпа. Ұсынылған мақала бес бөлімнен тұрады. Мақалада EDU.AMCHS.RU жүйеге бейімделген Зертханалық жұмыстардың нәтижелерін өңдеуге арналған жаңа цифрлық құрал-модульді әзірлеу нәтижесі келтірілген. Модуль оны практикалық бағыттағы сабақтарды (зертханалық жұмыстар мен практикалық сабақтар) өткізу кезінде пайдалануға мүмкіндік береді және академияда білім алушылардың цифрлық құзыреттілігінің өсуіне ықпал етеді.

Мақаланың екінші бөлімі ЛР нәтижелерін өңдеу үшін қолданылатын математикалық аппаратты және Академиядағы студенттердің Excel бағдарламалық өнімін пайдалану саласындағы цифрлық құзыреттілік деңгейін талдау негізінде калькуляторды, кірістірілген математикалық және статистикалық функцияларды және Excel талдау пакетін пайдалануды көздейтін эксперименттік деректерді өңдеудің төрт әдісін негіздеуге арналған. Эксперименттік деректерді өңдеудің төрт әдісінің артықшылықтары мен кемшіліктері, педагогикалық эксперименттер негізінде әртүрлі практикалық бағыттағы сабақтарды өткізу үшін эксперименттік деректерді өңдеудің оңтайлы әдісін таңдаудың негіздемесі анықталды.

Түйінді сөздер: ғылым мен жоғары білімнің цифрлық трансформациясы, метрология, стандарттау, сертификаттау, EDU.AMCHS.RU жүйесі.

S. A. Garelina, K. P. Latyshenko, G. F. Nagorny

Civil Defence Academy EMERCOM of Russia, Khimki, Russian Federation

IMPLEMENTATION OF MODERN TRENDS IN THE FIELD OF DIGITAL
TRANSFORMATION OF SCIENCE AND HIGHER EDUCATION IN THE TEACHING OF
GENERAL TECHNICAL DISCIPLINES IN THE AGZ OF THE EMERCOM OF RUSSIA
PART 2. SUBSTANTIATION OF THE EFFECTIVENESS OF THE USE OF METHODS OF
PROCESSING MEASUREMENT RESULTS DURING CLASSES IN THE DISCIPLINE
«METROLOGY, STANDARDIZATION AND CERTIFICATION»

Abstract. The presented article consists of five parts. The article presents the result of the development of a new digital tool – a module for processing laboratory results adapted for the system EDU.AMCHS.RU. The module allows you to use it when conducting practical classes (laboratory work and practical classes) and contributes to the growth of digital competence of students at the Academy.

The second part of the article is devoted to the substantiation of four methods of experimental data processing, involving the use of a calculator, built-in mathematical and statistical functions and an Excel analysis Package, based on the analysis of the mathematical apparatus used to process the results of LR, and the level of digital competence of students at the Academy in the field of using the Excel software product. The advantages and disadvantages of four methods of processing experimental data are revealed, the rationale for choosing the optimal method of

processing experimental data for conducting classes of various practical orientation based on pedagogical experiments.

Keywords: digital transformation of science and higher education, metrology, standardization, certification, system EDU.AMCHS.RU.

Авторлар туралы мәлімет/ Сведения об авторах/ Information about the authors

Светлана Александровна Гарелина – доцент, техника ғылымдарының кандидаты, Ресей ТЖМ Азаматтық қорғау академиясы механика және инженерлік графика кафедрасының доценті. Ресей Федерациясы, Мәскеу облысы, Химки, Новогорск ш/а. E-mail: rolru@mail.ru

Константин Павлович Латышенко – профессор, техн. ғылымдарының доктор, Ресей ТЖМ Азаматтық қорғау академиясы механика және инженерлік графика кафедрасының профессоры. Ресей Федерациясы, Мәскеу облысы, Химки, Новогорск ш/а. E-mail: kplat@mail.ru

Геннадий Федорович Нагорный – техника ғылымдарының кандидаты, Ресей ТЖМ Азаматтық қорғау академиясы механика және инженерлік графика кафедрасының аға оқытушысы. Ресей Федерациясы, Мәскеу облысы, Химки, Новогорск ш/а. E-mail: nig031@mail.ru

Гарелина Светлана Александровна – доцент, кандидат технических наук, доцент кафедры механики и инженерной графики Академии гражданской защиты МЧС России. Российская Федерация, Московская обл., Химки, мкр. Новогорск. E-mail: rolru@mail.ru

Латышенко Константин Павлович – профессор, доктор техн. наук, профессор кафедры механики и инженерной графики Академии гражданской защиты МЧС России. Российская Федерация, Московская обл., Химки, мкр. Новогорск. E-mail: kplat@mail.ru

Нагорный Геннадий Фёдорович – кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры механики и инженерной графики Академии гражданской защиты МЧС России. Российская Федерация, Московская обл., Химки, мкр. Новогорск. E-mail: nig031@mail.ru

Garelina Svetlana – Associate Professor, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Mechanics and Engineering Graphics of the Academy of Civil Protection of the Ministry of Emergency Situations of Russia. Russian Federation, Moscow region, Khimki, md. Novogorsk. E-mail: rolru@mail.ru

Latyshenko Konstantin – Professor, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Mechanics and Engineering Graphics of the Academy of Civil Protection of the Ministry of Emergency Situations of Russia. Russian Federation, Moscow region, Khimki, md. Novogorsk. E-mail: kplat@mail.ru

Nagorny Gennady – Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer of the Department of Mechanics and Engineering Graphics of the Academy of Civil Protection of the Ministry of Emergency Situations of Russia. Russian Federation, Moscow region, Khimki, md. Novogorsk. E-mail: nig031@mail.ru