

УДК 62-192

РАСЧЕТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАКСИМАЛЬНОЙ НАГРУЖЕННОСТИ СРЕЛЫ ОДНОКОВШОВОГО ЭКСКАВАТОРА

С.В. Теплякова, А.А. Котесова, Е.Е. Косенко
ФГБОУ ВПО «Ростовский государственный строительный университет»
Россия, г. Ростов-на-Дону.

Аннотация. В статье обоснованно применение метода трехпараметрического распределения Фишера-Типпета для оценки выборочного ряда параметров однотипных деталей на примере стрелы одноковшового экскаватора. Разработан алгоритм получения параметров распределения Фишера-Типпета для совокупности, дающий возможность оценить два способа определения параметров распределения совокупности средневзвешенных напряжений. Проведена апробация графо-аналитического метода, позволившего получить параметры распределения Фишера-Типпета второго порядка генеральной совокупности конечного объема средневзвешенных напряжений.

Ключевые слова: статистический ряд, средневзвешенные напряжения, опасное сечение, выборка, совокупность конечного объема.

Введение

Одним из основных факторов используемым при определении усталостного ресурса при эксплуатации детали машины, является действующее напряжение в опасном сечении детали.

Для определения значений напряжений в опасном сечении деталей машин имеются различные способы, отличающиеся значительной стоимостью и необходимостью проведения длительных измерений. Одним из эффективных способов определения средневзвешенных напряжений $\sigma_{св}$ в опасном сечении детали является метод определения параметров совокупности распределения Фишера-Типпета A_c , B_c , C_c по выборочным данным средневзвешенных напряжений. Эффективность применения такого метода доказана в работах [1,2].

Применение метода распределения Фишера-Типпета для оценки выборки параметров однотипных деталей

Учитывая то, что при формировании выборки в реальных условиях требуется проведение сложных замеров, заключающихся в использовании тензометрирования однотипных деталей машин представительной партии (например, одноковшовых экскаваторов), предлагается использовать метод определения параметров совокупности распределения Фишера-Типпета. В представленной работе предлагается совершенствование метода определения параметров совокупности распределения Фишера-Типпета. В основе

предлагаемых расчетов лежит определение выборочных значений распределения действующих напряжений деталей, с учетом статистического ряда средневзвешенных значений $\sigma_{св}$. В качестве примера в работе рассмотрена стрела одноковшового экскаватора ЕК-14.

Для снижения трудоемкости расчетов, предлагается произвести имитацию различных условий работы одноковшового экскаватора, с учетом ряда факторов, в качестве которых выступают: стаж работы оператора-машиниста, климатические условия работы экскаватора, состояние машины на момент проведения оценки и т.д., оказывающих значительное влияние на нагруженность деталей.

При проведении исследований, построены функции распределения амплитуд для однотипных деталей $F(\sigma_a)$ и средневзвешенных напряжений $F(\sigma_{св})$ с использованием распределений средневзвешенных напряжений, полученных по выборкам однотипных деталей (рис. 1.).

Для нахождения действующих напряжений по выборке необходимо иметь статистический ряд средневзвешенных значений $\sigma_{св}$, определяемых на различных машинах, узлах и деталях, и в отличных условиях работы, то есть каждое амплитудное распределение по времени необходимо заменить средневзвешенным значением и привести к симметричному циклу [3,4].

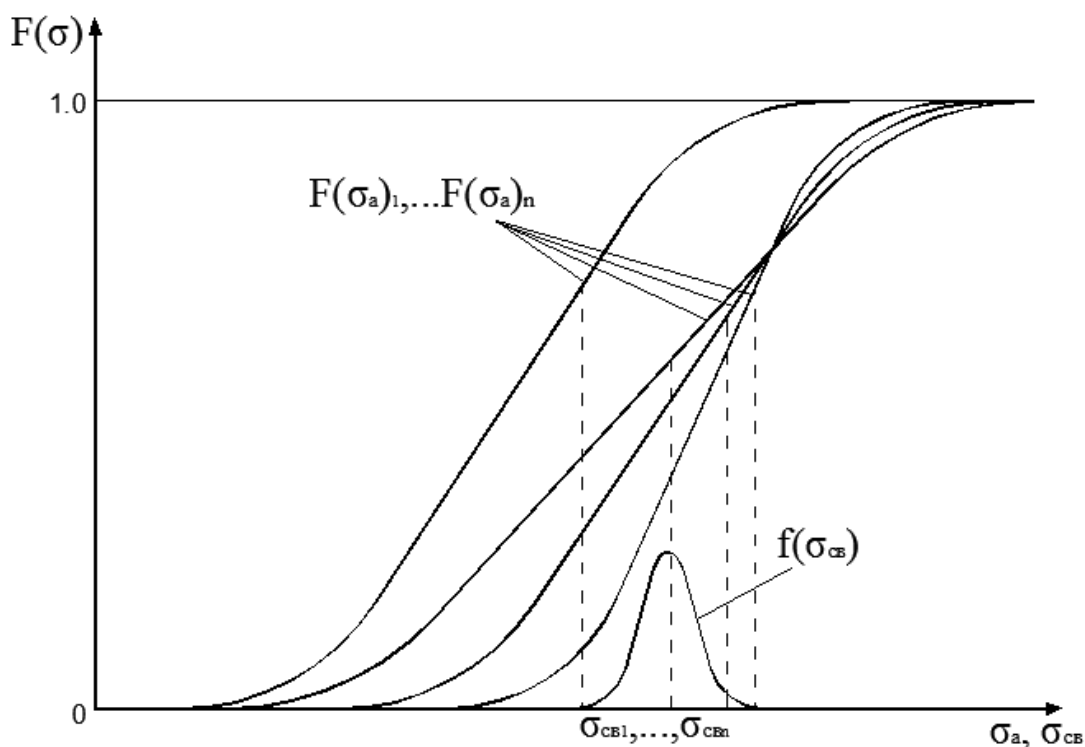


Рис. 1. Эмпирическая функция распределения амплитуд для однотипных деталей $F(\sigma_a)$ и средневзвешенных напряжений $F(\sigma_{св})$

В этом случае распределение действующих напряжений определяется

$$N = N_0 * a_p \frac{\sigma_{1д}^m}{\sigma_{св}^m}. \quad (1)$$

В случае несимметричного цикла (реальный процесс)

$$N = N_0 * a_p \frac{\sigma_{1д}^m}{\sum_{i=1}^n \sigma_{a_i}^m * t_i}. \quad (2)$$

Из формул (1) и (2) следует

$$\sigma_{св}^m = \sum_{i=1}^n \sigma_{a_i}^m * t_i, \quad (3)$$

где σ_a – амплитуда действующего напряжения; m – показатель угла наклона кривой усталости; n – число циклов нагружения; t_i – доля i -ой амплитуды (относительное число циклов)

$$\sum_{i=1}^n t_i = 1.$$

Для оценки параметров распределения, имеющих некоторые рассеивания, используют интервальное оценивание [5].

Апробация предложенного метода с разработкой алгоритма получения совокупности средневзвешенных напряжений

В работе предложен метод определения параметров генеральной совокупности конечного объема распределения параметров Фишера-Типпета второго порядка A_c, B_c, C_c по выборочным данным средневзвешенных напряжений $\sigma_{св}$, алгоритм представлен на рисунке 2.

Данный алгоритм сочетает в себе два способа получения параметров распределения совокупности средневзвешенных напряжений: общеизвестный метод расчета, с учетом среднеквадратического отклонения распределения Фишера-Типпета второго порядка, и графо - аналитический метод определения параметров совокупности по известным выборочным данным [6,7]. В результате проведения расчетов по предложенному алгоритму определены параметры генеральной совокупности конечного объема распределения Фишера-Типпета второго порядка A_c, B_c, C_c по выборочным данным средневзвешенных напряжений $\sigma_{св}$.

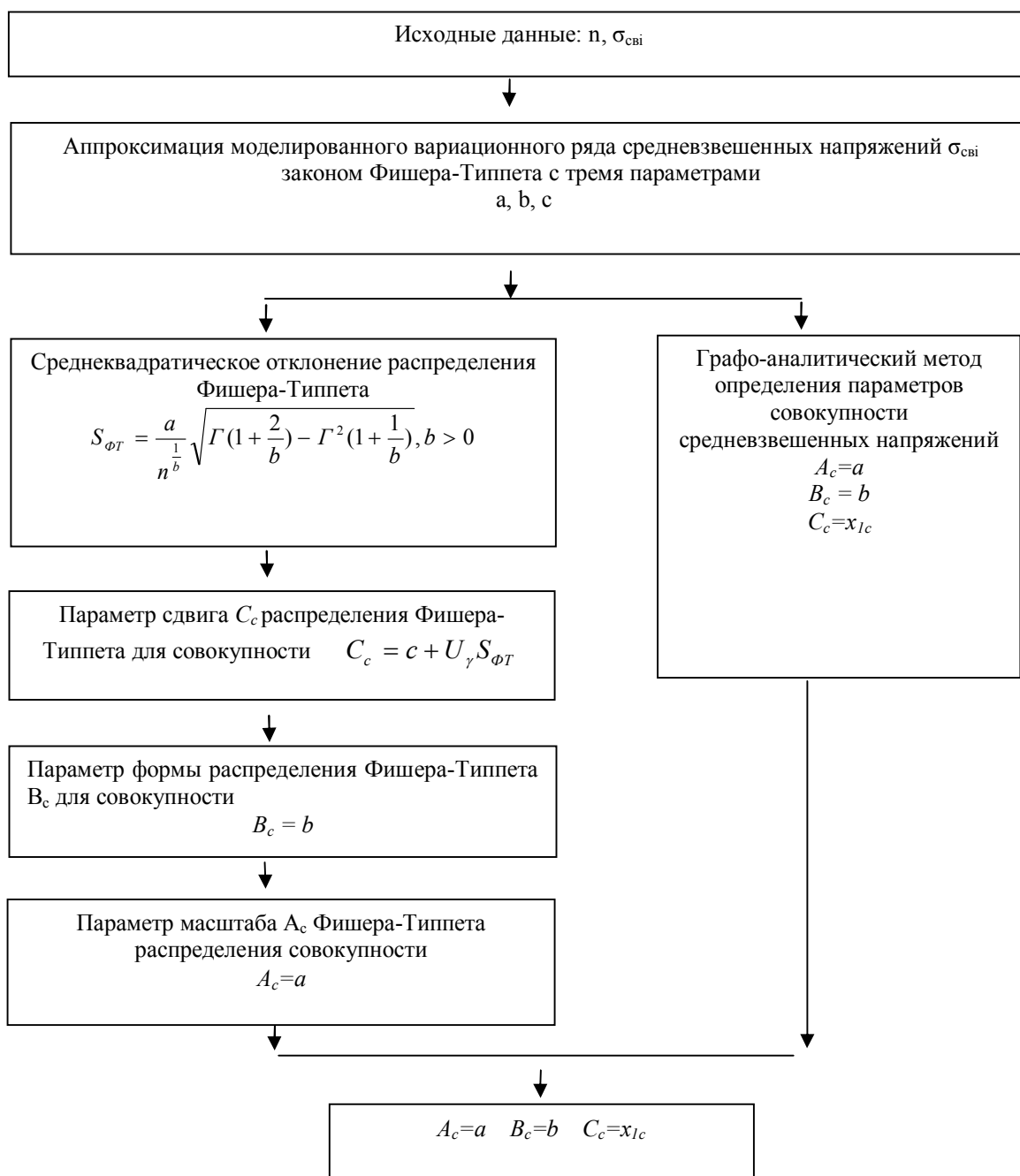


Рис. 2. Алгоритм получения параметров распределения Фишера-Типпетта для совокупности средневзвешенных напряжений

Применение графо-аналитического метода для определения параметров распределения совокупности

Для проверки предложенного алгоритма, вычислительным экспериментом по обоим методам, определены параметры распределений средневзвешенных напряжений $\sigma_{сви}$ в опасном сечении стрелы экскаватора (рис.4). В результате вычислений

параметры распределения составили $A_c = 23,3$; $B_c = 3,03$; $C_c = 60,4$ для объема совокупности $N_c = 10^4$. А при определении графо-аналитическим (рис. 3) способом параметры составили $A_c = 22,5$; $B_c = 3$; $C_c = 58$ для объема совокупности $N_c = 10^4$. Результаты сравнения параметров приведены в таблице 1.

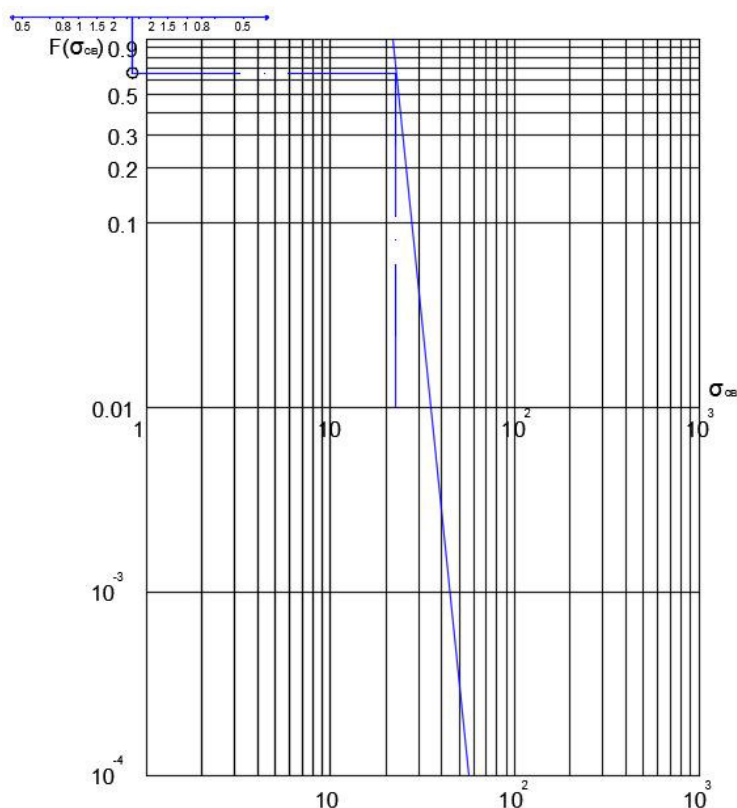


Рис. 3. Графо-аналитическое определение параметров распределения совокупности средневзвешенных напряжений

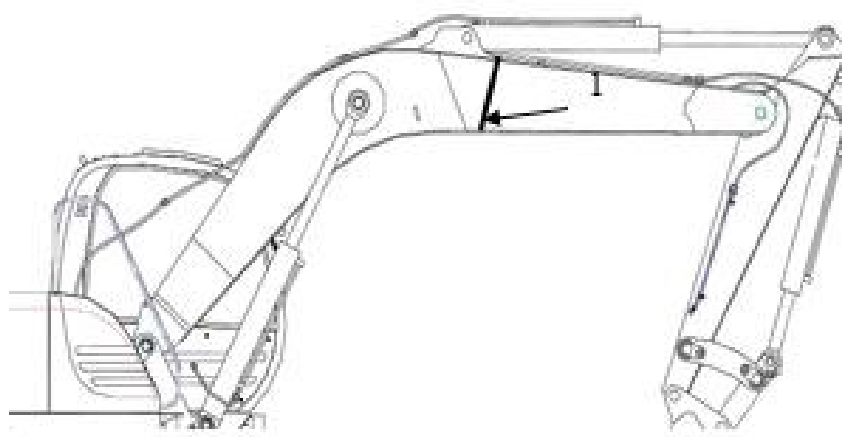


Рис. 4. Опасное сечение (1) стрелы одноковшового экскаватора

Таблица 1 – Расхождения параметров распределений совокупностей средневзвешенных напряжений

Расчетный метод	Графо-аналитический метод	Расхождения, %
$A_c = 23,3$	$A_c = 22,5$	3,4
$B_c = 3,03$	$B_c = 3$	0,99
$C_c = 60,4$	$C_c = 58$	3,9

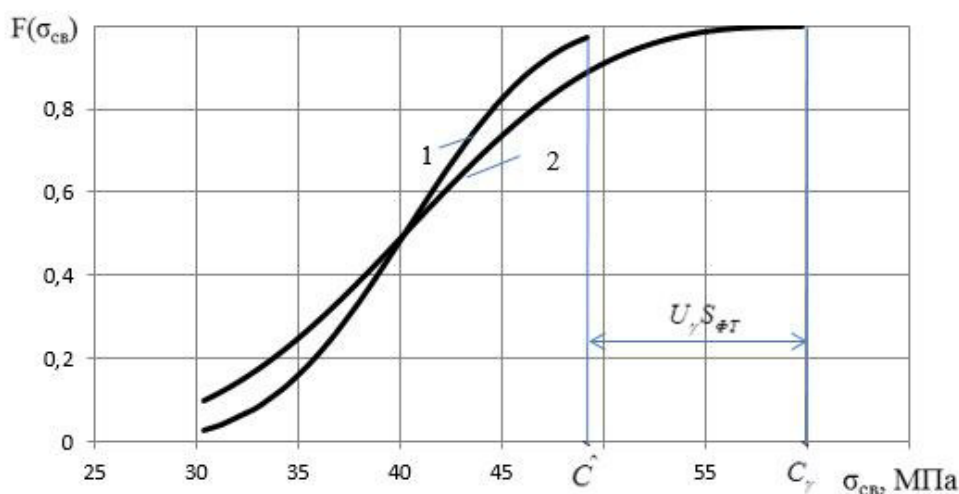


Рис. 5. Эмпирические функции распределения выборочных данных (1) и совокупности (2) средневзвешенных напряжений

По полученным значениям параметров построены эмпирические функции распределения выборочных данных и совокупности средневзвешенных напряжений. Вероятностное распределение средневзвешенных напряжений представлено на рисунке 5.

Заключение

В результате проведенных исследований разработан метод определения значений напряжений в опасном сечении деталей машин, на примере стрелы одноковшового экскаватора. Использован расчетный метод определения параметров совокупности распределения Фишера-Типпета, в основе расчетов которого лежит определение выборочных значений распределения действующих напряжений деталей, с учетом статистического ряда средневзвешенных значений. Приведены формулы для расчета распределения действующих напряжений для симметричного и асимметричного циклов по известному статистическому ряду средневзвешенных напряжений.

Алгоритм перехода от выборочных данных к параметрам распределения Фишера-Типпета для совокупности конечного объема позволил осуществить сравнение двух методов расчета средневзвешенных напряжений

Библиографический список

1. Касьянов, В.Е. Определение средневзвешенных напряжений в деталях машин при переменных напряжениях / В.Е. Касьянов, Т.Н.

Роговенко, В.В. Дудникова, А.В. Кузьменко // Деп. в ВИНТИ 12.05.03, № 910.

2. Роговенко, Т.Н. Определение максимальной нагруженности методом Монте-Карло для генеральной совокупности конечного объема / Т.Н. Роговенко, М. Зайцева, А.А. Котесова, А.А. Котесов // Материалы 7 международной научно-практической конференции «PERSPEKTYWICZNE OPRACOWANIA SA NAUKA I TECHNIKAMI – 2011» 07-15 listopada 2011 roku volume 54, techniczne nauki, Przemysl. – С. 83-85.

3. Касьянов, В.Е. Определение функции распределения средневзвешенных напряжений по амплитудным значениям напряжений для расчета усталостного ресурса деталей методом Монте-Карло / В.Е. Касьянов, И.В. Топилин // Деп. в ВИНТИ №364-В99, 13.02.99.

4. Genschel U., Meerker W/ AComparison of Maximum Likelihood and Median Rank Regression for Weibull Estimation.-Department of Statistika Iowa State University Ames. IA 50011-2010 year/

5. Касьянов, В.Е. Интервальная оценка установленных показателей надежности машин и их составных частей / В.Е. Касьянов, А.В. Скориков, Н.Л. Вернези // Надежность и контроль качества. – 1986. – № 11. – С. 42-50.

6. Теплякова, С.В. Метод графо - аналитического определения параметров закона Вейбулла / С.В. Теплякова // Научный журнал «Научное обозрение» №11 2014, часть 2. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://sced.ru/ru/index.php?option=com_content&view=article&id=324:nauchnoe-obozrenie-11-2-2014&catid=43:uncategorised&limitstart=4

7. Теплякова, С.В. Определение принадлежности выборки к генеральной совокупности с помощью вероятностной сетки / С.В. Теплякова // Строительство - 2014: региональная студенческая научно-практическая конференция. – Рост.гос. строит ун-т. – Ростов-на-Дону, 2014. – С. 104.

SETTLEMENT AND EXPERIMENTAL DETERMINATION OF THE MAXIMUM LOADING OF THE ARROW OF THE ODNOKOVSHOVY EXCAVATOR

S.V. Teplyakova, A.A. Kotesov, E.E. Kosenko

Abstract. The article justified the application of the method of three-parameter distribution Fisher-Tippet to evaluate the selective set of parameters of the same type of detail on the example of an arrow shovel excavator. An algorithm is developed for obtaining parameters of a distribution Fisher-Tippet to the aggregate, giving the opportunity to evaluate two methods for determining the parameters of the population distribution of the weighted voltages. The approbation of the graphic-analytical method, which allowed to obtain the parameters of the distribution Fisher-Tippet second order General population of finite volume weighted average of the voltages.

Keywords: statistical series, the average voltage, dangerous section, the sample population of final volume.

References

1. Kas'janov, V.E., Dudnikova V.V., Kuz'menko A.V., Rogovenko T.N. Opredelenie srednevzveshennyh naprjazhenij v detaljah mashin pri peremennyh naprjazhenijah [The definition of the weighted average stresses in machine parts variable stresses]. *Dep. v VINITI* 12.05.03, № 910.
2. Rogovenko T.N., Zajceva M., Kotesova A.A., Kotesov A.A. Opredelenie maksimal'noj nagruzhennosti metodom Monte-Karlo dlja general'noj sovokupnosti konechnogo ob'ema [Determination of maximum load the Monte-Carlo method to a General population of finite volume]. *Materialy 7 mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoi konferencii «PERSPEKTYWICZNE OPRACOWANIA SA NAUKA I TECHNIKAMI – 2011» 07-15 listopada 2011 roki volume 54, technizne nauki, Przemysl.* pp. 83-85.
3. Kas'janov V.E., Topilin I.V. Opredelenie funkcii raspredelenija srednevzveshennyh naprjazhenij po amplitudnym znachenijam naprjazhenij dlja rascheta ustalostnogo resursa detalej metodom Monte-Karlo [The definition of the distribution function weighted average of the voltage amplitude on the values of stresses for calculating fatigue life of parts by means of Monte-Carlo]. *Dep. v VINITI №364-V99, 13.02.99.*
4. Genschel U., Meerker W/ AComparison of Maximum Likelihood and Median Rank Regression for Weibull Estimation.-Departament of Statistika Iowa State University Ames. IA 50011-2010 year.
5. Kas'janov V.E., Skorikov A.V., Vernezi N.L. Interval'naja ocenka ustanovlennyh pokazatelej nadezhnosti mashin i ih sostavnyh chastej [Interval

evaluation of established indicators of reliability of machines and their components]. *Nadezhnost' i kontrol' kachestva*, 1986, no 11. pp 42-50.

6. Teplyakova S.V. Metod grafo - analiticheskogo opredelenija parametrov zakona Vejbullla [Method graphic - analytical determination of the parameters of the Weibull law]. *Nauchnyj zhurnal «Nauchnoe obozrenie» №11 2014, chast' 2.* Available at: http://sced.ru/ru/index.php?option=com_content&view=article&id=324:nauchnoe-obozrenie-11-2-2014&catid=43:uncategorised&limitstart=4

7. Teplyakova S.V. Opredelenie prinadlezhnosti vyborke k general'noj sovokupnosti s pomoshh'ju verojatnostnoj setki [The definition of belonging of the sample to the General population using a probabilistic mesh]. *Stroitel'stvo - 2014: regional'naja studencheskaja nauchno-prakticheskaja konferencija.* Rost.gos. stroit un-t. Rostov-na-Donu, 2014. p 104.

Теплякова Светлана Викторовна (Россия Ростов-на-Дону) – ассистент кафедры «Техническая эксплуатация и сервис автомобилей и оборудования» ФГБОУ ВПО «РГСУ» (344022, г. Ростов-на-Дону ул. Социалистическая, 162, e-mail: svetlana.kotova.89@mail.ru).

Котесова Анастасия Александровна (Россия Ростов-на-Дону) – ассистент кафедры «Техническая эксплуатация и сервис автомобилей и оборудования» ФГБОУ ВПО «РГСУ» (344022, г. Ростов-на-Дону ул. Социалистическая, 162).

Косенко Евгений Евгеньевич (Ростов-на-Дону, России) – кандидат технических наук, доцент кафедры «Техническая эксплуатация и сервис автомобилей и оборудования» ФГБОУ ВПО «РГСУ» (344022, г. Ростов-на-Дону ул. Социалистическая, 162).

Svetlana V. Teplyakova (Russian Federation, Rostov-on-don) – assistant of the department of technical operation and service vehicle and equipment FGBOU VPO "RSSU" (street socialist, 162, Rostov-on-don, 344022 e-mail: svetlana.kotova.89@mail.ru).

Anastasia A. Kolesova (Federation, Rostov-on-don) – assistant of the Department of Technical operation and service vehicle and equipment FGBOU VPO "RSSU" (street socialist, 162, Rostov-on-don, 344022).

Evgeniy E. Kosenko Federation, Rostov-on-don) – candidate of technical sciences, docent of department of technical exploitation and service of vehicles and equipment FGBOU VPO "RSSU" (str. Socialist, 162, Rostov-on-don, 344022).