



УДК 69.055

Ибрагимов Р.А. – кандидат технических наук, доцент

E-mail: rusmag007@yandex.com;

Антаков А.Б. – кандидат технических наук, доцент

E-mail: antakof@mail.ru

Минахметова Л.Р. – студент

E-mail: liliya564@yandex.ru;

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Определение и сравнение норм времени при выполнении работ по монтажу металлической и композитной арматуры и изделий

Аннотация

Постановка задачи. В работе была поставлена задача выявить нормы времени на монтаж композитной арматуры при изготовлении строительных конструкций, таких как фундаменты и кирпичная кладка, с применением уже имеющихся норм времени на устройство металлической арматуры, а также применением двух методов расчета норм времени: расчетно-исследовательским и расчетно-аналитическим.

Результаты. В работе представлен анализ, сопоставление норм времени композитного армирования и металлического с использованием ЕНиР Сборник Е4. Монтаж сборных и устройство монолитных железобетонных конструкций. Вып.1. Были проведены эксперименты по устройству кирпичной кладки с армированием металлической арматурой, композитной арматурой и геосинтетическим материалом, с фиксацией хронометража всех видов работ и были выделены нормы времени на монтаж композитной арматуры в зависимости от ее диаметра.

Выводы. Полученные данные позволят использовать их в подсчете норм времени, продолжительности строительно-монтажных работ с применением композитных материалов, которые будут давать конечный результат, более приближенный к фактическим нормам времени на монтажные работы.

Ключевые слова: композитное армирование, хронометраж, расчет норм времени.

С каждым годом на рынке строительного производства появляются и совершенствуются огромное количество материалов, при этом вытесняя привычные всем методы строительства. Композитное армирование нашло применение в последней трети прошлого столетия в таких странах как Германия, Япония и США. Однако в нашей стране внедрение в строительную отрасль такого материала как стекло- или базальтопластиковый композит произошло относительно недавно. Изготовление композитного армирования в производственных масштабах начало широко внедряться в 2000-х годах. И сейчас все больше с каждым годом композитная арматура находит применение в строительной отрасли, в различных строительных процессах. Ее преимуществами являются такие свойства как: малый вес, стойкость к различным средам агрессивного характера, существенно низкая теплопроводность относительно металлической арматуры, а основным ее плюсом является высокая прочность на разрыв.

Применение неметаллической (композитной) арматуры в строительстве является малоизученной отраслью науки, при этом повышенное внимание уделяется изучению ее технических характеристик. Такой исследовательской деятельностью занимались такие ученые как: М.М. Батдалов, Ю.О. Кустикова, В.И. Римшин, А.М. Уманский, В.Г. Хозин, и др. А такой значимый аспект, как нормативная база регламентирующая технологические аспекты по изготовлению и устройству арматурных изделий, монтажу композитной арматуры отсутствует. Поэтому задача разработки состава звена, норм времени по монтажу сетки каркасов из неметаллической (композитной) арматуры является актуальной [1].

По мнению авторов, важной задачей является разработка норм времени для композитной (не металлической) арматуры, с использованием анализа, позволяющего

связать композитное армирование с уже имеющейся нормативной базой на технологические процессы монтажа, с учетом применения металлической арматуры.

Нормы времени – это важный макроэлемент такого процесса, как планирование строительного производства. Грамотный и рациональный подход к строительству возможен лишь при опытной организации трудового процесса, основываясь на одно ключевое звено-нормирование [2, 3].

Под процессом нормирования понимается процедура формирования норм времени на выполнение технологического процесса (единицы работы).

В строительном производстве существуют два метода расчета норм времени:

- 1) Расчетно-аналитический;
- 2) Расчетно-исследовательский.

Расчетно-аналитический метод

Расчетно-аналитический метод – метод в основе которого заложен расчет нормативных значений, опирающийся на расчет уже имеющейся нормативной базы, характеристик, технологического процесса и режимов [4].

Формулу определения нормы времени можно представить в виде:

$$H_{ep} = t_{nz} + t_{on} + t_{об} + t_{отл} + t_{nm},$$

где H_{ep} – норма времени на единицу продукции;

t_{nz} – подготовительно-заключительное время;

t_{on} – оперативное время;

$t_{об}$ – время на обслуживание рабочего времени;

$t_{отл}$ – время на отдых и личные надобности;

t_{nm} – время перерывов, обусловленных технологией и организацией производственного процесса.

В связи с отсутствием нормативной базы на устройство композитного армирования, было принято решения о вероятности сопоставления монтажа композитной арматуры с металлическим армированием.

Было решено провести анализ норм времени металлического армирования, с раскрытием операционного процесса. Данные представлены в табл. 1. В качестве аналога рассматривались данные взятые из сборника Единые Нормы и Расценки Сборник Е4. Монтаж сборных и устройство монолитных железобетонных конструкций (Е4-1-46).

Таблица 1

Пооперационное раскрытие всех видов работ

Состав работ	Диаметр арматуры, мм				
	18	25	28	36	40
1. Разметка расположений арматурных стержней и хомутов	1,04	1,08	0,8	0,66	0,71
2. Укладка бетонных прокладок с закреплением	2,7	0,75	0,75	0,44	0,25
3. Установка арматурных стержней в опалубку с установкой упоров для фиксации арматурных стержней	3,4	3,6	1,79	2,45	2,54
4. Вязка узлов арматуры	0,86	0,94	0,56	0,35	0,4
Нормы времени	8,0	5,6	3,9	3,9	3,9

По данным, приведенным в табл. 1 видно, что с увеличением диаметра арматуры нормы времени на монтаж уменьшаются. При этом наибольшее уменьшение зафиксировано в работе № 2 – укладка бетонных прокладок с закреплением, что связано с изменением количества стержней на 1 тонну различного диаметра арматуры.

Далее был произведен расчет норм времени на устройство металлического армирования, с учетом раскрытия видов работ на монтаж, на основе данных представленных организацией ПАО «КамГЭСЭнергоСтрой». Нормы времени рассчитаны на устройство металлического армирования в фундаментах мелкого заложения [4]. Для удобства подсчета было принято решение взять за расчетный образец стальную сетку размером 1000×1000 мм, шагом стержней 200 мм. Полученные данные приведены в табл. 2.

Таблица 2

**Расчет норм времени в зависимости от диаметра стержней
на изготовление сетки, выполненной из металлической арматуры**

Состав работ	Диаметр арматуры, мм					
	16	18	25	28	36	40
1. Разметка расположений арматурных стержней и хомутов	0,0733	0,0733	0,0733	0,0733	0,0733	0,0733
2. Укладка бетонных прокладок с закреплением	0,0278	0,0278	0,0278	0,0278	0,0278	0,0278
3. Установка арматурных стержней в опалубку с установкой упоров для фиксации арматурных стержней	0,0222	0,0333	0,0938	0,0633	0,1978	0,2778
4. Вязка узлов арматуры	0,0389	0,0389	0,0389	0,0389	0,0389	0,0389
Нормы времени (чел/час)	0,1622	0,1733	0,2338	0,2033	0,3378	0,4178

По данным табл. 2 видно, что норма времени при использовании арматуры диаметром 40 мм и арматуры диаметром 16 мм, с одинаковыми количественными параметрами, повышается в 2,5 раза. Предпочтительным является уменьшение диаметра арматуры для снижения трудоемкости строительных монтажных работ.

ПАО «КамГЭСЭнергоСрой» предоставило данные на монтаж композитного армирования, которые отражали фактическое время необходимое на монтаж конструкции. В связи с тем, что данные были не полные, было принято решение провести расчет времени, которое необходимо затратить на каждый вид работ.

Принимая во внимание то, что вес стержня, выполненного из композитных материалов значительно ниже веса металлической арматуры с учетом равнопрочной замены, было предположено, что весь состав работ будет иметь идентичные временные затраты, за исключением процесса № 3 – установка арматурных стержней в опалубку с установкой упоров для фиксации арматурных стержней (табл. 3). Расчетный образец № 2 был принят идентично металлической сетки, размером 1000×1000 мм, шагом 200 мм. Условие равнопрочной замены предоставлены заводом изготовителем ООО «Курский Завод Композитных Материалов» [5-7].

Таблица 3

**Расчет Норм времени в зависимости от диаметра на изготовление сетки,
выполненной из композитной арматуры (с учетом равнопрочной замены)**

Состав работ	Диаметр арматуры, мм					
	12	14	16	18	23	28
1. Разметка расположений арматурных стержней и хомутов	0,0733	0,0733	0,0733	0,0733	0,0733	0,0733
2. Укладка бетонных прокладок с закреплением	0,0278	0,0278	0,0278	0,0278	0,0278	0,0278
3. Установка арматурных стержней в опалубку с установкой упоров для фиксации арматурных стержней	0,0111	0,0167	0,0469	0,0317	0,0989	0,1389
4. Вязка узлов арматуры	0,0389	0,0389	0,0389	0,0389	0,0389	0,0389
Нормы времени (чел/час)	0,1511	0,1567	0,1869	0,1717	0,2389	0,2789

Как видно из расчетов (табл. 2-3), норма времени на процесс установки арматурных стержней в опалубку с установкой упоров для фиксации арматурных стержней существенно разнится. Исходя из этих данных, можно утверждать, что монтаж композитного армирования в масштабах крупной стройки значительно экономит время строительного-монтажных работ, а в следствии и снизит экономическую составляющую всего строительства в целом.

В табл. 4 наглядно продемонстрирована сравнительная характеристика норм времени на монтаж металлического армирования и нормы времени на строительного-монтажные работы по устройству композитного армирования.

Таблица 4

**Сравнительная таблица характеристик норм времени
при использовании металлической и композитной арматуры**

№ п/п	Условие замены металл/композит	Нормы времени МА на 1 м ² , чел/час	Нормы времени КА на 1 м ² , чел/час	-Δ*, %	Δ, чел/час
1	16/12	0,1622	0,1511	6,849	0,0111
2	18/14	0,1733	0,1567	9,615	0,0167
3	25/16	0,2338	0,1869	20,057	0,0469
4	28/18	0,2033	0,1717	15,574	0,0317
5	36/23	0,3378	0,2389	29,276	0,0989
6	40/28	0,4178	0,2789	33,245	0,1389

Примечание*: -Δ, % – разница норм времени композитного армирования к нормам времени на монтаж армирования металлического, в процентном соотношении.

С учетом данных табл. 4 можно утверждать, что нормы времени на монтаж композитного армирования по трудозатратам намного меньше металлического и с увеличением диаметра требуемой композитной арматуры разница в необходимом времени на выполнение строительно-монтажных работ будет значительно увеличиваться, что указывает на экономию сроков выполнения строительных работ, и, следовательно, бюджета строительства.

Расчетно-исследовательский метод

Расчетно-исследовательский метод основан на суммарном анализе данных, которые выведены путем организации нормативного исследования.

К таким исследованиям относятся хронометраж, фото фиксация и совокупность обоих методов – фотохронометраж [4].

На базе испытательного центра «Татстройтест» совместно с магистрантом 2 года обучения на кафедре ЖБиКК КГАСУ Амировым А. под руководством к.т.н. Антакова А.Б., были сделаны опытные образцы каменных кладок сечением 380×380 мм, с высотой столба 1 м (14 рядов кладки). Все образцы каменной кладки были выполнены из кирпича М125 и раствора М150 (рис. 1).



Рис. 1. Образцы каменной кладки без армирования

Первые два столба были выполнены без какого-либо армирования. Поэтому такие виды работ как: резка арматурной сетки размером 360×360 мм и укладка армирования (сетки) учитываться не будут. Опытным путем было получено время выполнения СМР по возведению каменной кладки. Данные представлены в табл. 5.

Таблица 5

Хронометраж устройства кирпичной кладки

№ п/п	Наименование операций и процессов	Начало	Окончание	Продолжительность операций			
				Топ. раб.		В том числе	
				мин %	час %	Тп-з %	Тп %
1	Укладка ряда кирпичей	8.00	8.38	<u>29</u> 76 %	<u>0,48</u> 76 %	<u>5</u> 13,57 %	-
2	Укладка раствора	8.00	8.38	<u>9</u> 24 %	<u>0,15</u> 24 %	<u>1</u> 2,66 %	-
Итого				<u>38</u> 100 %	<u>0,63</u> 100 %	<u>6</u> 15,78 %	-

В табл. 5 $T_{оп. раб.}$ – продолжительность оперативной работы; $T_{п-з}$ – продолжительность подготовительных и заключительных работ; $T_{п}$ – продолжительность перерыва.

Из табл. 5 видно, что общая продолжительность операций составила 38 минут. Укладка кирпичей составила 76 % от общего времени (29 минут), а процесс укладки раствора составил 9 минут – 24 % от общего времени.

Третьим образцом каменной кладки стал элемент с композитным армированием (рис. 2). В качестве армирования использована арматура стеклопластиковая $\varnothing 2,5$ мм в составе сетки с размером ячейки 50×50 мм, и размером в плане 360×360 мм. Расчет хронометрии приведен в табл. 6.

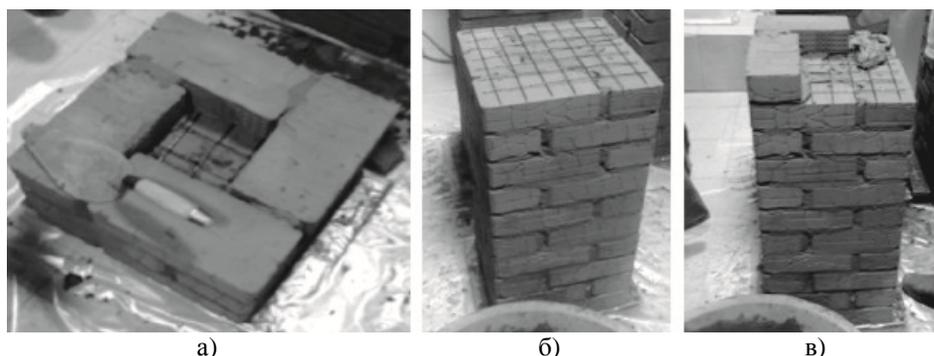


Рис. 2. Образцы каменной кладки с армированием:
а – выкладка ряда; б – укладка армирующей сетки; в – укладка последующего ряда

Таблица 6

Хронометраж устройства кирпичной кладки с композитным армированием

№ п/п	Наименование операций и процессов	Начало	Окончание	Продолжительность операций			
				Топ. раб.		В том числе	
				мин %	час %	Тп-з %	Тп %
1	Резка арматурной сетки размером 360×360 мм	8.00	8.28	<u>28</u> 100 %	<u>0,46</u> 100 %	<u>5</u> 17,85 %	-
2	Укладка ряда кирпичей	8.29	9.18	<u>30</u> 61,3 %	<u>0,5</u> 61,3 %	<u>4</u> 12,26 %	-
3	Укладка армирования (сетки)	8.29	9.18	<u>3</u> 6,1 %	<u>0,05</u> 6,1 %	<u>1</u> 2,03 %	-
4	Укладка раствора	8.29	9.18	<u>16</u> 32,6 %	<u>0,26</u> 32,6 %	<u>2</u> 4,075 %	-
Итого				<u>77</u> 100 %	<u>1,27</u> 100 %	<u>12</u> 15,58 %	-

Из табл. 6 видно, что общая продолжительность операций составила 1 час 18 минут. Значительную часть времени занял процесс резки арматурной сетки размером 360×360 мм – 28 минут, укладка кирпичей составила 30 минут, процесс укладка армирования(сетки) занял в общей сложности 3 минуты, а процесс укладки раствора составил 16 минут.

Четвертым образцом каменной кладки стал элемент с армированием стальными сетками. В качестве армирования была выбраны проволочные сетки из стержней В 500 Ø 3 мм в виде сетки с размером ячейки 70×70 мм, и размером в плане 360×360 мм. Расчет хронометража приведен в табл. 7.

Таблица 7

Хронометраж устройства кирпичной кладки с металлическим армированием

№ п/п	Наименование операций и процессов	Начало	Окончание	Продолжительность операций			
				Т _{оп. раб.}		В том числе	
				<u>мин</u> %	<u>час</u> %	<u>Тп-з</u> %	<u>Тп</u> %
1	Резка арматурной сетки размером 360×360 мм	8.00	8.44	<u>44</u> 100 %	<u>0,73</u> 100 %	<u>7</u> 15,9 %	-
2	Укладка ряда кирпичей	8.45	9.42	<u>31</u> 54,4 %	<u>0,51</u> 54,4 %	<u>6</u> 10,5 %	-
3	Укладка армирования (сетки)	8.45	9.42	<u>8</u> 14,0 %	<u>0,13</u> 14,0 %	<u>1</u> 1,75 %	-
4	Укладка раствора	8.45	9.42	<u>18</u> 31,6 %	<u>0,3</u> 31,6 %	<u>2</u> 3,5 %	-
Итого				<u>101</u> 100 %	<u>1,67</u> 100 %	<u>16</u> 15,84 %	-

По результатам табл. 7 видно, что общая продолжительность операций составила 1 час 42 минут. Значительную часть времени занял процесс резки металлической арматурной сетки размером 360×360 мм – 44 минуты, что на 16 минут больше, чем при резке сетки из композитного материала. Процесс укладки кирпичей составил 31 минуту, процесс укладки армирования (сетки) занял в общей сложности 8 минут, а процесс укладки раствора составил 18 минут.

Пятым образцом каменной кладки стал элемент с композитным армированием. В качестве армирования был выбран геотекстиль в виде сетки с размером ячейки 30×30 мм, и размером в плане 360×360 мм. Полученные данные приведены в табл. 8.

Таблица 8

Хронометраж устройства кирпичной кладки с армированием геосинтетическим материалом

№ п/п	Наименование операций и процессов	Начало	Окончание	Продолжительность операций			
				Т _{оп. раб.}		В том числе	
				<u>мин</u> %	<u>час</u> %	<u>Тп-з</u> %	<u>Тп</u> %
1	Резка арматурной сетки размером 360×360 мм	8.00	8.17	<u>17</u> 100 %	<u>0,28</u> 100 %	<u>2</u> 11,76 %	-
2	Укладка ряда кирпичей	8.18	9.00	<u>29</u> 69,1 %	<u>0,48</u> 69,1 %	<u>4</u> 9,53 %	-
3	Укладка армирования (сетки)	8.18	9.00	<u>2,5</u> 5,9 %	<u>0,04</u> 5,9 %	<u>1</u> 2,36 %	-
4	Укладка раствора	8.18	9.00	<u>10,5</u> 25,0 %	<u>0,175</u> 25,0 %	<u>2</u> 4,76 %	-
Итого				<u>59</u> 100 %	<u>0,975</u> 100 %	<u>9</u> 15,25 %	-

По данным табл. 8 видно, что общая продолжительность операций составила 1 час 00 минут. Процесс резки геосинтетической арматурной сетки размером 360 x 360 мм составил 17 минут, что на 11 минут меньше, чем при резке сетки из композитного материала и на 27 минут меньше, чем при резке металлической сетки. Процесс укладки кирпичей составил 29 минут, процесс укладки армирования (сетки) занял в общей сложности 2,5 минуты, что в сравнении с другим армированием значительно меньше по трудозатратам, а процесс укладки раствора составил 10,5 минут.

Выводы

В работе проведено сопоставление норм времени выполнения композитного армирования и металлического с использованием сборников ЕНиР, пооперационное раскрытие работ с последующим детальным анализом.

По итогам исследования выявлено, что полученные нормы времени на монтажные работы композитной арматуры существенно отличаются от норм времени на монтаж металлической арматуры.

Расчетные данные показали, что с увеличением диаметра требуемой композитной арматуры разница в необходимом времени на выполнение строительно-монтажных работ будет значительно увеличиваться, что указывает на экономию сроков выполнения строительных работ, а, следовательно, и бюджета строительства в целом.

Так же было проведено экспериментальное сравнение по устройству кирпичной кладки, армированной металлической и композитной арматурой, геосинтетическим материалом, с фиксацией хронометража всех видов работ.

Выделены нормы времени на монтаж композитной арматуры. Полученные результаты позволят использовать их при определении норм времени, продолжительности строительно-монтажных работ с применением композитных материалов.

Список библиографических ссылок

1. Кустикова Ю. О. Исследование свойств базальтопластиковой арматуры и ее сцепления с бетоном // NSO-JOURNAL.RU: Строительство: наука и образование. 2014. № 1. Ст. 1. URL: http://www.nso-journal.ru/public/journals/1/issues/2014/01/1_Kustikova.pdf (дата обращения: 12.04.2017).
2. Беловол В. В. Нормирование труда и сметы в строительстве. М. : Стройиздат, 1991. 169 с.
3. Ливитина В. В. Продолжительность строительного цикла: нормирование, измерение, сокращение // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. 2004. № 7. С. 58–59.
4. Анашко А. И., Страхова Т. В., Купцова Е. В. Методические рекомендации по проектированию и проверке технически обоснованных норм времени расчетно-исследовательским методом. М. : Центрогтруд, 2001. 64 с.
5. Теплова Ж. С., Киски С. С., Стрижкова Я. Н. Стеклопластиковая арматура для армирования бетонных конструкций // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2014. № 9 (24). С. 49–70.
6. Пашуто В. П. Организация, нормирование и оплата труда на предприятии. М. : КНОРУС, 2007. 320 с.
7. Климов Ю. А. Современная композитная базальтовая арматура для армирования бетонных конструкций // Строительные материалы, изделия и санитарная техника. – Киев, 2010. С. 16-19
8. Abashidze G. S., Marquis F. D. S., Chikhradze N. M. Basaltreinforcedplastics: Someoperatingproperties // TransTechPublications, Switzerland. Materials Science Forum. 2007. Vol. 561-565. P. 671–674.
9. Bolotin S., Birjukov A. Time Management in Drafting Probability Schedules for Construction Work // World Applied Sciences Journal. Vol. 23. 2013. P. 1–4.
10. Kerzner H. Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling. NewYork : JohnWiley&Sons, 2003. 891 p.

Ibragimov R.A. – candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: rusmag007@yandex.com

Antakov A.B. – candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: antakof@mail.ru

Minakhmetova L.R. – student

E-mail: liliya564@yandex.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

The determination and comparison of time limits for installation works using metal and composite rebar

Abstract

Problem Statement. The task was to identify the time norms for the installation of composite reinforcement in the manufacture of building structures such as foundations and brickwork, using the existing time standards for the installation of metal fittings, as well as using two methods of calculating time norms: the calculation and research and calculation-Analytical.

Results. The paper presents analysis, comparison of time norms of composite reinforcement and metal using ENiR Collection E4. Installation of prefabricated and monolithic reinforced concrete structures. Issue 1. Experiments were carried out on the construction of brickwork with reinforcement by metal armature, composite reinforcement and geosynthetics, fixing the timing of all types of work, and time limits were set for the installation of composite reinforcement, depending on its diameter.

Conclusions. The obtained data will allow to use them in calculating time limits, the duration of construction works with the use of composite materials that will give the end result more close to the actual standard time in the construction works.

Keywords: composite reinforcement, duration, calculation of standard time.

References

1. Kustikova Yu. O. Investigation of the properties of basalt plastic reinforcement and its adhesion to concrete // NSO-JOURNAL.RU : Stroitel'stvo: nauka i obrazovanie. 2014. № 1. St. 1. URL: http://www.nso-journal.ru/public/journals1/issues/2014/01/1_Kustikova.pdf (reference date: 12.04.2017).
2. Belovol V. V. Normirovanie truda i smety v stroitel'stve. M. : Strojizdat, 1991. 169 p.
3. Livitina V. V. Duration of the construction cycle: rationing, measurement, reduction // Stroitelnye materialy, oborudovanie, tekhnologii XXI veka. 2004. № 7. P. 58–59.
4. Anashko A. I., Strahova T. V., Kupcova E. V. Methodical recommendations on the design and verification of technically justified time norms by the calculation and research method. M. : Centrogtrud. 2001. 64 p.
5. Teplova Zh. S., Kiski S. S., Strizhkova Ya. N. Fiberglass reinforcement for reinforcement of concrete structures // Stroitel'stvo unikal'nyh zdaniy i sooruzhenij. 2014. № 9 (24). P. 49-70.
6. Pashuto V. P. Organization, rationing and remuneration of labor in the enterprise. M. : KNORUS, 2007. 320 p.
7. Klimov Yu. A. Modern composite basalt reinforcement for the reinforcement of concrete structures // Stroitelnye materialy, izdeliya i sanitarnaya tekhnika. Kiev, 2010. P. 16–19.
8. Abashidze G. S., Marquis F. D. S., Chikhradze N. M. Basalt reinforced plastics: Some operating properties // Trans Tech Publications, Switzerland. Materials Science Forum. 2007. Vol. 561-565. P. 671–674.
9. Bolotin S., Birjukov A. Time Management in Drafting Probability Schedules for Construction Work // World Applied Sciences Journal. Vol. 23. 2013. P. 1–4.
10. Kerzner H. Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling. New York : JohnWiley&Sons, 2003. 891 p.