

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Технология строительного производства»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

ПО МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОМУ ВЫБОРУ
РЕМОНТНО-СТРОИТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Ростов-на-Дону
ДГТУ
2021

УДК 693

Составители: А.Л. Жолобов, Е.А. Жолобова

Методические указания по многокритериальному выбору ремонтно-строительных технологий / Сост. А.Л. Жолобов, Е.А. Жолобова; Донской гос. техн. ун-т. – Ростов-на-Дону: ДГТУ, 2021. – 19 с.

Содержат описание методики и пример выполнения практической работы по многокритериальному выбору ремонтно-строительных технологий.

Предназначены для студентов магистратуры очной и заочной форм обучения, обучающихся по направлению «Строительство».

УДК 693

Печатается по решению редакционно-издательского совета
Донского государственного технического университета

Ответственный за выпуск зав. кафедрой «Технология строительного
производства» канд. техн. наук Е.В. Иванчук

В печать 29.11.2021.
Формат 60х84/16. Объем 1,2 усл. п.л.
Тираж 50 экз. Заказ № 328.

Издательский центр ДГТУ
Адрес университета и полиграфического предприятия:
344000, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1

© Донской государственный
технический университет, 2021

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1. Основные сведения о методике многокритериального выбора ремонтно-строительных технологий	5
2. Исходные данные для выполнения практической работы	11
3. Порядок выполнения практической работы	11
4. Состав и оформление практической работы	17
Литература	18
Приложение	19

ВВЕДЕНИЕ

В последние десятилетия появилось множество технологий, предназначенных для восстановления и ремонта строительных конструкций эксплуатируемых зданий и сооружений. Возникшее многообразие таких технологий требует от проектировщиков и ремонтников умения выбирать из них наиболее конкурентоспособные для конкретных объектов с учетом условий производства работ и последующей эксплуатации строительных конструкций.

Комплексная оценка конкурентоспособности ремонтно-строительных технологий является достаточно сложной и ответственной задачей, правильное решение которой зависит от совокупности не только постоянных внутренних, но и изменяющихся во времени внешних факторов. Данные методические указания содержат авторскую методику многокритериального выбора ремонтно-строительных технологий на основе комплексной оценки их конкурентоспособности, специально предназначенную для решения такого рода задач.

Применение этой методики позволит студентам магистратуры приобрести необходимые знания об альтернативных вариантах и условиях допустимости применения различных ремонтно-строительных технологий, а также о методах их комплексной оценки и многокритериального выбора.

1. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О МЕТОДИКЕ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОГО ВЫБОРА РЕМОНТНО-СТРОИТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Проблема, возникающая всякий раз при решении задачи многокритериального выбора из множества известных ремонтно-строительных технологий наиболее конкурентоспособной, заключается в разрозненности, плохой сопоставимости, а порой и в противоречивости имеющейся информации о технологиях, а также в необходимости одновременного учета нескольких факторов, влияющих на такой выбор. К тому же эта задача усложнена тем, что проявление части факторов является трудно предсказуемым и малоизученным, особенно в условиях реконструкции и ремонта зданий и сооружений [1].

Известно, что на результат комплексной оценки конкурентоспособности любой ремонтно-строительной технологии, то есть способности не уступать по совокупности характеристик какой-либо альтернативной технологии при наличии перед ней некоторых преимуществ, как правило, оказывают влияние три внутренних и три внешних фактора.

При этом к внутренним, то есть целевым факторам относятся:

- доступность технологии – комплексный показатель, характеризующий возможность применения ремонтно-строительной технологии и умеренность сопутствующих затрат;
- качество применяемого оборудования и технологической оснастки – совокупность достоинств применяемого оборудования и оснастки;
- качество строительной конструкции после ремонта – совокупность свойств строительной конструкции, обуславливающих ее пригодность выполнять определенные функции в соответствии с ее назначением.

В число внешних, то есть ограничивающих факторов входят:

- недостоверность диагностической информации – фактор, вызывающий увеличение стоимости, а также трудоемкости ремонта строительной конструк-

ции из-за необходимости выполнения дополнительного количества непредвиденных (неучтенных) работ;

- производственный фактор – фактор, учитывающий опасность ухудшения условий производства работ;

- эксплуатационный фактор – фактор, существенно снижающий надежность строительных конструкций, в случае ухудшения условий их эксплуатации.

Каждый из указанных факторов может быть описан совокупностью параметров – показателей, характеризующих какое-либо свойство фактора, которые могут быть использованы в качестве локальных критериев при комплексной оценке конкурентоспособности ремонтно-строительных технологий [2]. Рациональность применения любого метода во многом зависит от совокупности тех параметров, которые выбраны в качестве критериев.

Формируемая совокупность критериев, предназначенных для оценки какой-либо технологии, должна обладать рядом следующих свойств:

- совокупность критериев должна всесторонне характеризовать технологию, обеспечивая адекватную оценку всех ее вариантов;

- критерии должны однозначно пониматься и быть измеримыми, то есть по каждому из критериев должна быть возможность оценки любого из рассматриваемых вариантов технологии;

- критерии должны быть избыточными, чтобы исключить дублирование при оценивании того или иного варианта технологии;

- в совокупность критериев для оценки технологии целесообразно включать лишь те критерии, без которых такая оценка невозможна.

Установлено, что перечисленными свойствами обладают 12 параметров внутренних и 8 внешних факторов, поэтому эти параметры могут быть использованы в качестве критериев при комплексной оценке любой ремонтно-строительной технологии. Использовать большее количество критериев нецелесообразно в связи с ограниченными психологическими возможностями человека сохранять их в памяти и анализировать. Принадлежность к тому или иному фактору и сущность указанных параметров показаны в табл. 1 и 2.

Таблица 1 – Параметры внутренних факторов, влияющих на комплексную оценку конкурентоспособности ремонтно-строительных технологий

Внутренние факторы	Параметры внутренних факторов	Сущность параметра
Доступность технологии	Безотходность технологии	Отражает эффективность технологии по количеству получаемых при производстве работ, подлежащих утилизации строительных отходов
	Загрязняемость атмосферного воздуха	Показатель экологичности технологии, характеризующий опасность вредных выбросов в атмосферу при производстве работ
	Стоимость работ	Денежная оценка всех затрат, необходимых на ремонт строительной конструкции
	Травмоопасность технологии	Учитывает вероятность получения травм рабочими при нарушении правил техники безопасности
	Трудоемкость процесса	Средняя величина времени (в чел.-ч.), затрачиваемая на единицу объема работ по ремонту строительной конструкции
Качество применяемого оборудования	Пожароопасность оборудования	Характеризует способность работающего оборудования вызвать пожар, вследствие воспламенения материалов, топлива или оборудования.
	Транспортабельность оборудования	Характеризует приспособленность оборудования для транспортировки и зависит от его габаритов, массы и формы
Качество строительной конструкции после ремонта	Долговечность строительной конструкции	Расчетный или остаточный срок службы строительной конструкции
	Ремонтопригодность строительной конструкции	Приспособленность строительной конструкции к предупреждению и устранению причин возникновения отказов, а также к ликвидации их последствий, посредством повторных ремонтов и технического обслуживания
	Эстетичность поверхности строительной конструкции	Способность поверхности строительной конструкции после ремонта усиливать архитектурную выразительность здания или другого сооружения

Таблица 2 – Параметры внешних факторов, влияющих на комплексную оценку конкурентоспособности ремонтно-строительных технологий

Внешние факторы	Параметры внешних факторов	Сущность параметра
Недостоверность диагностической информации	Вероятность выявления при производстве работ неучтенных в проекте геологических аномалий в зоне строительства	Учитывает дополнительные затраты на выполнение большого объема непредвиденных работ, связанных с необходимостью защиты объекта от неучтенных в проекте геологических аномалий
	Вероятность выявления при производстве работ неучтенных в проекте недостатков реконструируемой или ремонтируемой конструкции	То же, связанных с необходимостью устранения не предусмотренных в проекте внутренних дефектов и повреждений в реконструируемой или ремонтируемой конструкции
Производственный фактор	Опасность перебоев в снабжении материалами	Учитывает дополнительные затраты, возникающие вследствие вынужденных перерывов в работе и снижения производительности труда в связи с отсутствием или нехваткой на объекте материалов
	Опасность перебоев в электроснабжении	То же, в связи с невозможностью подключения к электросети электрооборудования и искусственного освещения
	Опасность ветреной погоды	То же, при сильном ветре (более 10 м/с)
	Опасность дождливой погоды	То же, из-за часто повторяющихся дождей
	Опасность наступления зимних условий производства работ	То же, при понижении температуры атмосферного воздуха ниже 0°C, выпадении снега и обледенения конструкций
Эксплуатационный фактор	Опасность увеличения интенсивности использования строительной конструкции после ремонта	Учитывает затраты на устранение в процессе эксплуатации строительной конструкции последствий, вызванных увеличением продолжительности или интенсивности механических и иных воздействий
	Опасность деформации опорных конструкций и различного вида оснований	То же, вызванных неравномерной деформацией опорных конструкций и различного вида оснований
	Опасность ухудшения тепловлажностных условий эксплуатации строительной конструкции после ремонта	То же, вызванных чрезмерным ее увлажнением, охлаждением или разогревом

В число параметров внешних факторов, которые могут влиять на комплексную оценку эффективности строительной технологии, не следует включать неблагоприятные производственные условия, возникающие по вине подрядчика, такие как недостаточная освещенность объекта, неисправность оборудования и инструментов, низкая квалификация и недобросовестность исполнителей, опасность хищения на неохраняемом объекте материалов и оборудования, а также весьма малая, но все-таки существующая вероятность повреждения строительной конструкции при авариях и стихийных бедствиях (пожарах, землетрясениях и т.п.).

Таким образом, в зависимости от поставленных целей, которые необходимо достигнуть при применении ремонтно-строительной технологии, количество параметров внутренних и внешних факторов, выбранных в качестве критериев, может меняться от одного до двадцати.

При выборе критериев оценки конкурентоспособности необходимо учитывать их неоднородность, которую можно устранить приведением значений этих критериев к безразмерному виду путем нормализации для возможности последующего их сопоставления.

Из известных способов нормализации значений критериев наилучшим образом зарекомендовал себя векторный метод [2].

Нормализованные значения локальных критериев с учетом весомости их для субъекта оценивания и выбора, то есть лица, принимающего решение, рекомендуется корректировать по формуле:

$$\tilde{x}_{ij} = 1 - (1 - \bar{x}_{ij})p, \quad (1)$$

где p – весомость локального критерия, определяемая от 0 до 1;

\bar{x}_{ij} – нормализованное значение j -го локального критерия оценки для i -го варианта технологии;

\tilde{x}_{ij} – откорректированное значение j -го локального критерия оценки для i -го варианта технологии.

Выбор наиболее конкурентоспособной технологии для ремонта определенной строительной конструкции следует осуществлять в следующей последовательности:

- сформировать перечень допустимых вариантов ремонтно-строительной технологии с учетом особенностей реконструкции или ремонта и последующей эксплуатации объекта, а также выбрать субъект оценивания и выбора;

- определить совокупность параметров факторов, которые определяют возможность достижения цели, в качестве локальных критериев;

- составить таблицы значений локальных критериев внутренних и внешних факторов (табл. 3 и 4);

- нормализовать значения локальных критериев внутренних и внешних факторов и откорректировать нормализованные значения этих критериев с учетом их весомости для субъекта оценивания и выбора варианта технологии.

Если при выборе наиболее конкурентоспособной ремонтно-строительной технологии одновременно учитывать влияние внутренних и внешних факторов, то потребуется свертка их локальных критериев.

Для этого следует определить среднее арифметическое значение откорректированных нормализованных значений локальных критериев внутренних факторов для каждого сравниваемого варианта технологии.

Далее можно составить объединенную таблицу (матрицу) из нормализованных значений локальных критериев внутренних и внешних факторов с учетом весомости при их самых неблагоприятных проявлениях.

Тогда наиболее конкурентоспособную ремонтно-строительную технологию можно определить по принципу гарантированного результата (с помощью правила Вальда), выраженного глобальным максиминным критерием Вальда.

2. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

В качестве исходных данных для выполнения практической работы может использоваться следующая информация:

- наименование ремонтно-строительного процесса, для осуществления которого производится выбор варианта технологии;
- требования к качеству отремонтированной или восстановленной строительной конструкции;
- условия осуществления ремонтно-строительного процесса;
- условия эксплуатации строительной конструкции после ремонта.

Наименование практической работы должно соответствовать названию ремонтно-строительного процесса, указанному в приложении по двум последним цифрам номера студенческой зачетной книжки (зачетки).

3. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

Выполнение практической работы начинается с определения допустимых вариантов технологии для осуществления заданного ремонтно-строительного процесса с учетом условий производства работ и последующей эксплуатации строительной конструкции, а также требований к ее качеству. Количество сравниваемых вариантов технологии должно быть не менее трех.

Следующей процедурой является формирование совокупности не менее чем из трех локальных критериев внутренних факторов и не менее такого же количества локальных критериев внешних факторов, влияющих на выбор наиболее конкурентоспособного варианта ремонтно-строительной технологии.

Наименование сравниваемых вариантов технологий и выбранных локальных критериев следует занести в табл. 3 и 4. Далее методом экспертных оценок определить значения локальных критериев (в интервале значений от 1 до 10) и внести их в соответствующие ячейки указанных таблиц.

Таблица 3 – Критерии внутренних факторов, влияющих на выбор варианта ремонтно-строительной технологии

Сравниваемые варианты технологии	Значения локальных критериев внутренних факторов				Глобальный критерий Лапласа
<i>a.</i>					
<i>б.</i>					
<i>в.</i>					
...					
Тенденция критерия					
Важность критерия					

Таблица 4 – Локальные критерии внешних факторов, влияющих на выбор варианта ремонтно-строительной технологии

Сравниваемые варианты технологии	Значения локальных критериев внешних факторов			
<i>a.</i>				
<i>б.</i>				
<i>в.</i>				
...				
Тенденция критерия				
Важность критерия				

В строке «Тенденция критерия» для каждого критерия стрелкой, направленной вверх «↑» или вниз «↓», следует указать соответственно возрастающая эта тенденция или убывающая (при возрастающей тенденции критерия лучшее его значение всегда больше по величине остальных значений этого критерия и наоборот).

В следующей строке «Важность критерия» необходимо указать ее значение в интервале от 0 до 1 для каждого локального критерия, причем чем выше это значение, тем более важным считается критерий. В случае, если текущее значение локального критерия с возрастающей тенденцией является максимальным в данной графе таблицы, то его нормализованное значение будет равно 1. Аналогично для локальных критериев с убывающей тенденцией их нормализованное значение будет равно 1, в случае если первоначальное текущее значение (то есть результат экспертной оценки) является минимальным в данной графе таблицы.

Поскольку в данной практической работе все значения локальных критериев приняты безразмерными, их нормализацию допускается выполнить делением текущего значения на максимальное, для каждого локального критерия с возрастающей тенденцией и делением минимального значения локального критерия с убывающей тенденцией на текущее значение этого локального критерия. В результате нормализованное значение локального критерия будет находиться в пределах от 0 до 1.

Для учета важности каждого критерия необходимо определить его откорректированное нормализованное значение по формуле (1). Все три значения каждого локального критерия для конкретной технологии можно записать в одной ячейке через знак «/», например, «9/0,73/0,84». В качестве примечания можно отметить, что третье значение, соответствующее откорректированному нормализованному значению локального критерия, всегда будет выше предыдущего (нормализованного значения локального критерия) или равно ему. Последнее будет в случае, если важность критерия равна максимально возможному значению, то есть, равна 1.

Пример оформления результатов вычисления значений локальных критериев внутренних и внешних факторов представлен в табл. 5 и 6 для вариантов технологии ремонта кирпичного простенка с восстановлением его несущей способности.

Таблица 5 – Критерии внутренних факторов, влияющих на выбор варианта технологии ремонта кирпичного простенка с восстановлением его несущей способности

Сравниваемые варианты технологии	Значения локальных критериев внутренних факторов			Глобальный критерий Лапласа (λ)
	Себестоимость ремонта простенка	Производительность	Травмоопасность	
а. Усиление простенка стальной обоймой	5 / 1 / 1	7/1 /1	4 / 0,75 / 0,875	0,958
б. То же, «железобетонной рубашкой»	5 / 1 / 1	4 / 0,571 / 0,7	3 / 1 / 1	0,9
в. Перекладка простенка	8 / 0,625 / 0,625	4 / 0,571 / 0,7	8 / 0,5 / 0,75	0,692
Тенденция критерия	↓	↑	↓	
Важность критерия	1	0,7	0,5	

Примечание. Совокупность и важность локальных критериев, принятые в таблице, соответствуют интересам подрядчика

Таблица 6 – Локальные критерии внешних факторов, влияющих на выбор варианта технологии ремонта кирпичного простенка с восстановлением его несущей способности

Сравниваемые варианты технологии	Значения локальных критериев внешних факторов		
	Опасность дождливой погоды (K_1)	Опасность перебоев в электроснабжении (K_2)	Опасность наступления зимних условий производства работ (K_3)
а. Усиление простенка стальной обоймой	7 / 0,286 / 0,714	7 / 0,429 / 0,886	3/ 1 / 1
б. То же, «железобетонной рубашкой»	2 / 1 / 1	6 / 0,5 / 0,9	6 / 0,5 / 0,95
в. Перекладка простенка	5/ 0,4 / 0,76	3/ 1 / 1	7 / 0,429 / 0,943
Тенденция критерия	↓	↓	↓
Важность критерия	0,4	0,2	0,1

Примечание. Совокупность и важность локальных критериев, принятые в таблице, соответствуют интересам подрядчика

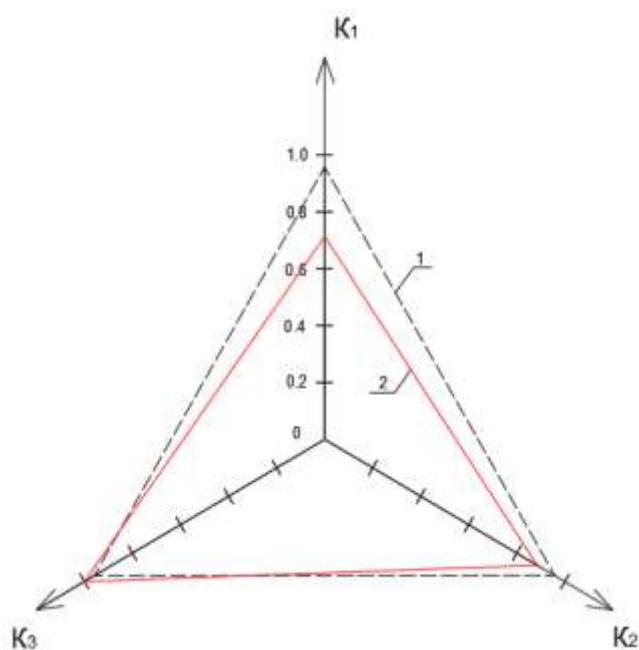
Глобальный критерий Лапласа в последней графе табл. 5 определяется как среднее арифметическое откорректированных нормализованных значений локальных критериев внутренних факторов для каждого варианта технологии.

Значения глобального максиминного критерия (Вальда), учитывающего всю совокупность локальных критериев внутренних и внешних факторов, в практической работе следует определять графически с помощью радиальных диаграмм свертки локальных критериев. Причем, количество лучей у радиальных диаграмм должно быть равно количеству используемых критериев внешних факторов [3]. При этом каждая диаграмма представляет собой графическую (математическую) модель варианта ремонтно-строительной технологии.

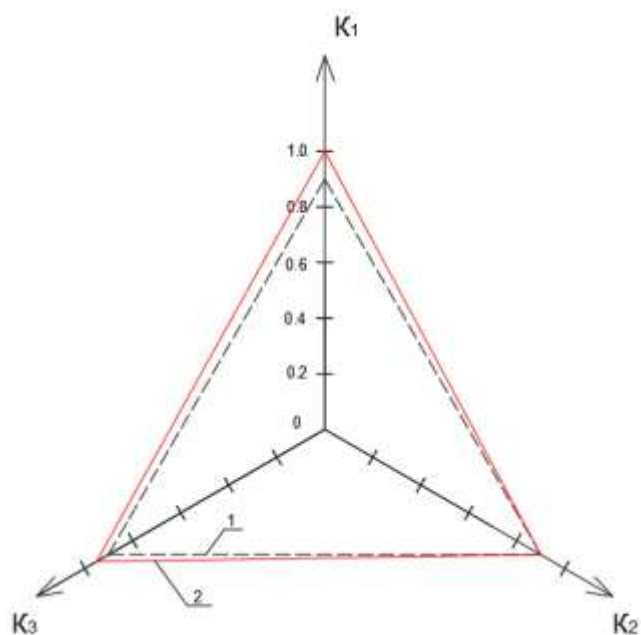
Сначала на всех лучах каждой радиальной диаграммы следует отложить значение критерия Лапласа, в результате соединения точек получится правильный многоугольник, например, равносторонний треугольник, как показано на рисунке для рассмотренных вариантов технологии ремонта кирпичных простенков (рисунок). Затем поочередно на каждом луче диаграммы необходимо отложить откорректированные нормализованные значения локальных критериев внешних факторов для соответствующей технологии.

На представленных диаграммах ряд среднеарифметических откорректированных значений локальных критериев внутренних факторов для варианта технологии изображен сплошной линией и обозначен цифрой 1, а ряд откорректированных значений локальных критериев внешних факторов изображен пунктирной линией и обозначен цифрой 2.

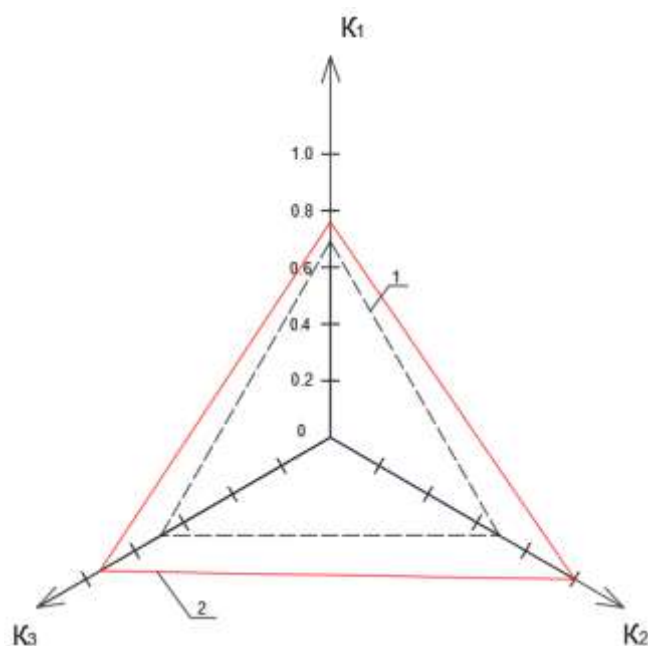
а)



б)



в)



Радиальные диаграммы свертки локальных критериев сравниваемых вариантов технологии ремонта кирпичного простенка с восстановлением его несущей способности:

а, б и в – сравниваемые варианты технологии из табл. 5 и 6;

K_1 – K_3 – критерии внешних факторов для варианта технологии.

Для построения радиальных диаграмм допускается использовать возможности офисной программы Excel, в которой радиальные диаграммы названы лепестковыми [3].

Наиболее конкурентоспособным будет тот вариант технологии, у которого минимальное значение из совокупности откорректированных значений локальных критериев внешних факторов и глобального критерия Лапласа будет наибольшим из всех сравниваемых вариантов технологии. Так, например, из трех графически представленных на рисунке вариантов технологии, наиболее конкурентоспособным для заданных условий является вариант ремонта кирпичного простенка с восстановлением его несущей способности посредством усиления «железобетонной рубашкой» (рисунок).

4. СОСТАВ И ОФОРМЛЕНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

Оформленная практическая работа должна состоять из следующих разделов:

1. Краткое описание возможных вариантов технологии.
2. Внешние и внутренние факторы, влияющие на выбор варианта технологии ремонта.
3. Комплексная оценка конкурентоспособности сравниваемых вариантов технологии.
4. Подробное описание наиболее конкурентоспособного варианта технологии.

Заключение (объемом 1-2 абзаца текста) должно содержать обоснование результатов многокритериального выбора наиболее конкурентоспособного варианта технологии.

Практическую работу можно оформить в школьной 12-страничной тетради в клетку. Рисунки с построенными с помощью Excel радиальными диаграммами можно приклеить на одну из страниц тетради с оформленной практической работой.

ЛИТЕРАТУРА

1. Жолобов А.Л. Локальные критерии для комплексной оценки эффективности строительных технологий // Вестник гражданских инженеров. 2010. № 4. С. 95–99.
2. Жолобов А.Л., Жолобова Е.А. Комплексная оценка конкурентоспособности строительных технологий // Инженерный вестник Дона, 2013. № 2. [Электронный ресурс]. Режим-доступа – http://www.ivdon.ru/uploads/article/pdf/74R_N2y13.pdf_1705.pdf
3. Применение радиальных диаграмм для визуализации результатов многокритериальной оптимизации технологических решений // Междунар. конф. «Строительство– 2007», Ростов-н/Д, РГСУ, 2007. С. 132-133.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Варианты названия темы практической работы по многокритериальному выбору ремонтно-строительных технологий

Последняя цифра зачетки	Предпослед- няя цифра зачетки	Вариант темы (задания)	Окончание названия темы практической работы ¹
1	нечетная	1	«... ремонта рулонной кровли в летнее время года»
	четная	2	«...замены отмостки многоквартирного здания»
2	нечетная	3	«...устранения вздутий в рулонной кровле при ее текущем ремонте»
	четная	4	«...замены деревянного перекрытия при комплексном капитальном ремонте здания»
3	нечетная	5	«... подачи материалов при капитальном ремонте рулонной кровли пятиэтажного здания»
	четная	6	«... восстановления горизонтальной гидроизоляции стен здания»
4	нечетная	7	«... восстановления вертикальной гидроизоляции кирпичной кладки стен подземной части здания»
	четная	8	«... восстановления защитного слоя бетона конструкций, эксплуатируемых на открытом воздухе»
5	нечетная	9	«... разборки дымовой кирпичной трубы высотой 25 м на территории действующего предприятия»
	четная	10	«... разборки монолитного железобетонного перекрытия здания»
6	нечетная	11	«... разработки мерзлого грунта в зоне действующих подземных линий связи и электроснабжения»
	четная	12	«... сноса деревянных зданий в жилом микрорайоне города»
7	нечетная	13	«... уширения ленточного фундамента здания»
	четная	14	«... усиления железобетонного перекрытия из многослойных плит»
8	нечетная	15	«... закрепления грунта основания, под эксплуатируемым зданием»
	четная	16	«... разработки грунта при прокладке подземных коммуникаций под городской автомобильной дорогой»
9	нечетная	17	«... дополнительного утепления наружных стен здания»
	четная	18	«... дополнительного утепления чердачного деревянного перекрытия здания»
0	нечетная	19	«... дополнительного утепления наружной стены в квартире здания»
	четная	20	«... ремонта асфальтобетонных дорожных покрытий»
Для примера		21	«...ремонта кирпичного простенка с восстановлением его несущей способности» ²

Примечания: 1. Название темы практической работы должно начинаться словами «Многокритериальный выбор ремонтно-строительных технологий ...».

2. По согласованию с преподавателем название темы может быть изменено.