

УДК 69.057.7.621.873

Озернюк О.Т., к.т.н., доцент,
Чернявский А.И., ассистент,
 кафедра Управления системами безопасности жизнедеятельности,
 Одесский национальный политехнический университет

ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ БАШЕННЫХ И ПОРТАЛЬНЫХ КРАНОВ ОТ УГОНА ВЕТРОМ ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

О.Т. Озернюк, О.И. Чернявський. Оцінка стійкості баштових і порталних кранів від уgonу вітром при надзвичайних ситуаціях. Виконано аналіз властивостей моделей, які у різний спосіб відображають параметри оригіналів. Показана можливість моделювання систем проектного управління за допомогою різних типів моделей.

Ключові слова: моделі; проекти; суттєвість; управління; цільова функція; критерій оптимізації.

О.Т. Озернюк, А.И. Чернявский. Оценка устойчивости башенных и порталных кранов от угона ветром при чрезвычайных ситуациях. Выполнен анализ причин, приводящих к угону и опрокидыванию башенных и порталных кранов при чрезвычайных погодных условиях. Выполнены расчеты устойчивости кранов и разработаны рекомендации по предотвращению аварий.

Ключевые слова: краны; шторм; угон; опрокидывание; устойчивость; расчеты.

О.Т. Ozernyuk, A.I. Chernyavsky. Assessment of the stability of the tower and gantry cranes theft wind emergencies. Are analyzed causes of hijacking and rollover tower and gantry cranes in extreme weather conditions. The calculations of the stability of cranes and developed recommendations for the prevention of accidents.

Keywords: cranes; storm; theft; rollover; sustainability; calculations.

К факторам аварийности **башенных и порталных кранов** относятся перегрузка, неудовлетворительное состояние крановых путей и проведение работ при внезапно возникшем урагане. По статистике около 30 % аварий башенных кранов происходят из-за перегрузки, обычно связанной с дефектами ОГП или его отключением.

Цель статьи – изучить основные опасные факторы при работе грузоподъемных кранов в условиях возникшего шторма и дать рекомендации по безаварийной работе последних.

Анализ последних исследований. В качестве характерных дефектов, которые могли явиться причиной аварий или несчастных случаев, выявлялись: ослабление болтовых соединений скрепления секций башен, стрел и порталов; трещины по сварным швам и основному металлу; слабые тормоза механизмов поворота, передвижения кранов и тележек; неудовлетворительное состояние противоугонных устройств; неисправность устройств и приборов безопасности; отсутствие анемометров и др.

Что способствовало такому состоянию? Прежде всего, это:

1. Недостаточный уровень обслуживания и ремонта кранов.
2. Низкая профессиональная квалификация обслуживающего персонала.

В последние годы участились аварии башенных кранов в нерабочем состоянии из-за **высокой скорости ветра**. Вероятность появления нагрузок на кран в нерабочем состоянии может возрасти из-за существенного изменения климата Земли. Наиболее опасны ветры, вызванные локальными метеопроцессами над Черным морем – они устремляются на побережье и разбрасывают в морских портах плохо закрепленную технику. Поскольку безопасность грузоподъемных машин, в том числе башенных и порталных кранов, зависит от ветровых нагрузок, необходимо совершенствовать технологии закрепления их от угонов. Существующие требования к эксплуатации башенных кранов при повышенных скоростях ветра определяют последовательность и состав действий обслуживающего персонала при подготовке крана к нерабочему состоянию. При этом предусматривается оповещение крановщика о предстоящем шторме. Однако последнее требование в условиях эксплуатации часто нарушается. Крановщик, не получив указания о необходимости эвакуации, оставался на кране еще в течение нескольких минут. За это время скорость ветра существенно может превысить допустимое значение. Задержка с эвакуацией не позволяет крановщику своевременно закрепить кран противоугонными захватами за рельсы. В результате под действием ветра, направленного вдоль путей, кран может самопроизвольно двигаться с увеличением скорости, в несколько раз превышающей паспортную. Это может привести к сходу крана с рельсов и опрокидыванию.

Анализ представленных материалов показывает, что аварии башенных кранов чаще всего являются следствием неудовлетворительного обслуживания, монтажа и ремонта.

Закрепление кранов в нерабочем состоянии с помощью рельсовых захватов не всегда эффективно, поэтому ниже предлагается краткое расследование по этому вопросу. Материал расследования базируется на угоне и опрокидывании в реку Днепр порталного крана «Альбатрос» № 29 (24 июня 2013 г., Херсонский морской порт).

1 *Определение состояния рельсовых захватов и расчетного усилия, удерживающего кран Альбатрос № 29 от угона*

Портальный кран «Альбатрос» № 29 (производства завода «Кранбау Эберсвальде» ГДР, выпуск 1976 г.) 24.07.2012 года был выведен из эксплуатации, установлен на противоугонные рельсовые захваты и находился на длительном хранении у тупиковых упоров, которые были впоследствии сбиты и **вывернуты (что подтверждается характером механического повреждения крепления тупиковых упоров)** краном.

Кран Альбатрос № 29 имеет: полную массу около 180 т; грузоподъемность 10 т при вылете стрелы 32 м и 20 т при вылете стрелы 16 м.

До вывода крана «Альбатрос» № 29 из эксплуатации выполнена проверка состояния противоугонных рельсовых захватов. Дефектов не обнаружено.

По результатам испытаний, выполненных фирмой «Диалаб», установлено,

что противоугонные рельсовые захваты находились в исправном состоянии, общее удерживающее усилие двух рельсовых клещевых захватов и технические параметры противоугонных устройств соответствуют паспортным значениям и технической документации крана. Расчетное значение удерживающего усилия двух рельсовых клещевых захватов крана составляет:

$$F_{\text{ТР}} = 400 \text{ кН.}$$

Согласно расчетам завода изготовителя крана сила трения, создаваемая заторможенными ходовыми колесами, составляет:

$$F_{\text{Т1}} = 64,8 \text{ кН.}$$

Суммарная сила, препятствующая угону крана, создаваемая совместно противоугонными захватами и тормозной системой механизма передвижения крана, составляет:

$$F_{\text{Т}} = F_{\text{ТР}} + F_{\text{Т1}} = 400 + 64,8 = 464,8 \text{ кН.}$$

После подъема крана Альбатрос № 29 из воды и экспертного обследования технического состояния губок рельсового захвата установлены выямки на поверхности губок, характерные для следов вырыва металла. Вырывы металла губок свидетельствуют о полном зажатии губок захвата (также одна из губок была полностью вырвана). Портальный кран Альбатрос № 29 находился у тупиковых упоров и поэтому следы вырыва металла выявлены не только на губках захвата, но и на поверхности рельса.

Вывод 1. Портальный кран Альбатрос № 29 до угона и падения был выведен из эксплуатации и находился на длительном хранении у тупиковых упоров. Удерживающее усилие двух рельсовых клещевых захватов и технические параметры противоугонных устройств до угона соответствовали паспортным значениям и технической документации крана.

Вывод 2. При постановке крана в нерабочее состояние противоугонные рельсовые захваты были полностью зажаты необходимым усилием на рычаге и ходовые колеса крана были заторможены тормозной системой механизма передвижения крана.

Вывод 3. Фактическое значение удерживающего усилия от угона крана (с учетом тормозной системы механизма передвижения) соответствует расчетному значению, гарантированному заводом изготовителем, и составляет:

$$F_{\text{Т}} = 464,8 \text{ кН.}$$

Без учета силы тормозов механизма передвижения $F_{\text{ТР}} = 400 \text{ кН.}$

При трении сопряженных поверхностей имеет место изнашивание (износ), под которым понимают процесс отделения материала с поверхности твердого тела и (или) увеличения его остаточной деформации при трении, проявляющийся в постепенном изменении размеров и (или) формы тела (ГОСТ 27674-88).

Справочная литература [2] свидетельствует, что притупление насечки на губках захвата до площадок шириной 0,15 мм для закаленных губок в виде гребенки с острой насечкой (стали 65Г, 60С2, У8А, У10А при твердости HRC > 55 и исходном коэффициенте трения $\mu_3 = 0,3/0,35$) [2] дает снижение коэффициента трения до значений: $\mu_4 = 0,15 \dots 0,18$.

Принимаем возможность снижения расчетного значения коэффициента сцепления из-за притупления насечки на губках захвата на величину $\Delta\mu_1 = 0,05$. Из опыта эксплуатации порталных кранов известно, что значение коэффициента трения зависит также от погодных условий. Так, если для сухих чистых рельсов коэффициент сцепления равен 0,2, то с загрязненными или влажными рельсами — 0,15 ([3], стр. 268). Таким образом, для загрязненных, мокрых и покрытых коррозией рельсов коэффициент сцепления можно снизить на:

$$\Delta\mu_2 = 0,02.$$

Реальный коэффициент сцепления губок захвата с рельсом:

$$\mu_{2p} = \mu_2 - \Delta\mu_1 - \Delta\mu_2 = 0,35 - 0,05 - 0,02 = 0,28.$$

Значение соответствующей силы, удерживающей кран, будет меньше:

$$F_{TP2} = 464,8 * 0,28 / 0,35 = 372 \text{ кН}$$

Вывод 4. Из-за снижения коэффициента сцепления губок захвата с рельсом от значения 0,35 до 0,28 реальное значение силы, удерживающей кран от угона, составляет:

$$F_T = 372 \text{ кН} < 400 \text{ кН} = F_{TP2}$$

2 Расчет статической составляющей ветровой нагрузки.

Заводом-изготовителем крана Альбатрос № 29 принято расчетное значение плотности воздуха $\gamma_{расч} = 1,225 \text{ кг/м}^3$, что соответствует динамическому давлению воздушной среды ветра $p_{вс} = 1700 \text{ Па}$. Реальное значение плотности водовоздушной среды перед поверхностью крана Альбатрос при действии смерча составляет $\gamma = 2,08 \text{ кг/м}^3$, что соответствует динамическому давлению водовоздушной среды ветра $P_{вп} = 1700 \text{ Па}$.

В соответствии с требованиями ГОСТ 14151-77 [1] при расчете противоугонных средств должна быть учтена ветровая нагрузка на кран в нерабочем состоянии (п. 1.1 [1]). За ветровую нагрузку на кран в нерабочем состоянии принимается предельная ветровая нагрузка, на которую должны быть рассчитаны элементы крана. Ветровая нагрузка на кран должна быть определена как сумма статической и динамической составляющих (п. 1.3 [1]).

Динамическая составляющая вызывается пульсацией скорости ветра.

Статическую составляющую ветровой нагрузки $P_{ст}$, действующая на элемент конструкции следует определять по формуле (п. 2.3 [1]):

$$F = p * A,$$

где p — распределенная ветровая нагрузка на единицу расчетной площади элемента конструкции; A — расчетная площадь элемента крана, принимаемая по рекомендуемым приложениям 1 и 2 с учетом указаний п. 2.3 [1].

Для проведения расчетов выполнена декомпозиция крана на отдельные расчетно-конструктивные элементы. Выделены 7 элементов декомпозиции, каждый из которых характеризуется наветренной площадью F_i , массой m , и высотой расположения центров тяжести элементов h_i .

Реальная ветровая нагрузка воздушной смеси на единицу расчетной площади элемента конструкции при наличии признаков смерча:

$$p_{ввс} = q_{реал} * k * c * n = 1700 * 1,1 * 1,2 * 1,1 = 2500 \text{ Па}$$

Результаты расчетов статической составляющей ветровой нагрузки водовоздушной среды согласно формуле, сведены в таблицу 1. Общий статический напор составляет:

$$F_{ст} = F_{ВВС} = \sum F_{i \text{ ВВС}} = 521,6 \text{ кН.}$$

Таблица 1 - Результаты расчетов статического ветрового напора водовоздушной среды при наличии признаков смерча (вылет стрелы 8 м)

№	Наименование элемента крана	Коэф. высоты, κ	Коеф. аэродинамичности, c	Давление, кПа	Площадь, м^2	Сила, кН
1	Хобот	1,2	1,2	2,6	21,5	55,9
2	Колонна с лестницами	1,1	1,2	2,5	43	55,0
3	Машинное отделение	1,1	1,2	2,5	25,6	64,0
4	Портал и механизм	1,1	1,2	2,5	87,5	218,5
5	Стрела	1,1	1,2	2,5	28,0	70,0
6	Жесткая оттяжка	1,1	1,2	2,5	12,6	31,5
7	Рычаг противовеса,	1,1	1,2	2,5	10,7	26,7
8	Общий статический ветровой напор				228,9	521,6

Вывод 5. Реальная статическая ветровая нагрузка на кран Альбатрос при наличии признаков смерча составляет $F_{ст} = 521,6$ кН.

3 Расчет динамической составляющей ветровой нагрузки.

Динамическая составляющая ветровой нагрузки [1, 8, 6] вызвана колебаниями крана от пульсации скорости ветра, действует в месте приложения статической составляющей ветровой нагрузки по ГОСТ 13994-81 и для всех типов стреловых кранов определяется по формуле:

$$F_{дин} = 3 * S_B = 3 * m_n * \xi * F_{ст}$$

где S_B — среднеквадратическое отклонение ветровой нагрузки;

m_n — коэффициент пульсации скорости ветра, принимаемый по табл. 1.2.17 [8] в зависимости от высоты расположения рассматриваемого участка крана над поверхностью земли;

ξ , — коэффициент динамичности, определяемый по табл. 1.2.18 [8];

$F_{ст}$ — значение статической составляющей ветровой нагрузки.

Для высоты до 20 м принимаем $m_n = 0,12$.

Краны типа «Альбатрос» отличаются повышенной податливостью башенно-стреловой системы, что положительно влияет на динамику подъема грузов, однако это влечет вместе с тем снижение частоты свободных колебаний. Поэтому для кранов данного типа следует в соответствии с таблицей 1.2.18 [8] и ГОСТ 13994-81 принимать значение коэффициента динамичности $\xi = 3,3$.

Действительное значение динамической составляющей ветровой нагрузки

$$F_{дин} = 3 * S_B = 3 * m_n * \xi * F_{ст} = 3 * 0,12 * 3,3 * 521 = 618 \text{ кН}$$

Реальное значение суммарной ветровой нагрузки на кран определяется как сумма статической и динамической составляющей [1]:

$$F_{\sigma} = F_{ст} + F_{дин} = 521 + 618 = 1139 \text{ кН.}$$

Вывод 6. Суммарная наветренная площадь элементов крана Альбатрос № 29 составляет 228,9 м^2 . Реальное значение статической ветровой силы при наличии

признаков смерча $F_{\text{ст}} = 521$ кН. Реальное значение динамической составляющей ветровой нагрузки для неблагоприятных условий при наличии смерча составляет $F_{\text{дин}} = 618$ кН, полной суммарной нагрузки $F_{\text{сум}} = 1139$ кН.

4 Определение коэффициента запаса удерживания крана от угона.

Суммарная сила, препятствующая уgonу крана, создаваемая совместно противоугонными захватами и тормозной системой механизма передвижения крана составляет согласно формулы (3,5) $F_T = 464,8$ кН. Заводом изготовителем [25] определено расчетное значение ветровой нагрузки $F_{\text{вр}} = 379$ кН при соответствующем значении плотности воздуха $\gamma_{\text{расч}} = 1,225$ кг/м³. В этом случае коэффициент запаса удерживания крана от угона $k_{\text{у,расч.1}} = 464,8/399 = 1,16$.

Расчетное значение коэффициент запаса удерживания крана ($k_{\text{у,расч.1}} = 1,16$) больше допустимого паспортного значения.(1,15).

Коэффициент запаса удерживания крана от угона для реальных неблагоприятных условий 14 июня 2013 года ($F_{\text{в}} = 618$ кН) при зажатых губках противоугонного устройства и заторможенных ходовых колесах крана

$$k_{\text{у,реал 1}} = 464,8/1139 = 0,41 < 1,15$$

Таким образом, условие удерживания крана против угона не выполняется. Если учесть к тому же возможное уменьшение коэффициента сцепления губок рельсового захвата с рельсом ($F_{\text{тр2}} = 372$ кН), при наличии тормозного усилия механизма передвижения крана получим еще меньшее значение коэффициента запаса удерживания крана от угона $k_{\text{у,реал 2}} = 372/1139 = 0,33$.

Вывод 7. При неблагоприятных климатических условиях 14 июня 2013 года не могла быть обеспечена устойчивость крана Альбатрос № 29 от угона и опрокидывания при зажатых рельсовых захватах и заторможенными ходовыми колесами механизма передвижения крана, т.к. реальное значение коэффициента запаса удерживания крана от угона значительно меньше расчетного, гарантированного заводом изготовителем

$$k_{\text{у,реал 3}} = 0,41 < k_{\text{у,расч}} = 1,16$$

5 Определение граничного значения скорости ветра, при котором происходит срыв и угон крана Альбатрос № 29 с рельсовых захватов

Значения граничной скорости ветра, при котором удерживаемый кран будет устойчив против воздействия ветровой нагрузки, определяется из равенства удерживающих сил силовому ветровому напору

$$F_y = F_B$$

Граничное значение скорости ветра для различных погодных условий:

$$V = \sqrt{\frac{2 \cdot q}{\gamma}} = \sqrt{\frac{2F_y}{340 \cdot \gamma}} = \sqrt{\frac{F_y}{170 \cdot \gamma}}$$

Для реальных условий при наличии воздушно-водяной смеси и признаков смерча ($\gamma = 2,08$ кг/м³) и при расчетной силе удерживания крана (завода изготовителя $F_y = 464,8$ кН) находим:

$$V_{k1} = \sqrt{\frac{F_y}{170 \cdot \gamma}} = \sqrt{\frac{464,8 \cdot 10^3}{170 \cdot 2,08}} = 36,2 \text{ м/с} .$$

С учетом снижения коэффициента трения губок о рельс ($F_y = 372$ кН) критическая скорость ветра, при которой происходит угон крана

$$V_{k2} = \sqrt{\frac{F_y}{170 \cdot \gamma}} = \sqrt{\frac{372 \cdot 10^3}{170 \cdot 2,08}} = 32,4 \text{ м/с}$$

По сведениям Херсонского областного центра гидрометеорологии (от 17.06.2013 г, № 38-03/1-4/855) скорость ветра превышала 30 м/с. Показания приборов диспетчерского пункта резко менялись и порывы ветра достигали значения 42 м/с.

Из объяснительных записок персонала грузового района порталный кран Альбатрос № 29 был закреплен рельсовыми захватами и дополнительно заторможенными ходовыми колесами и находился возле тупиковых упоров. Сила ветрового водовоздушного напора с присутствием льда была достаточной для угона и опрокидывания крана.

По показаниям очевидцев во время прохождения урагана и перед опрокидыванием в воду кран вибрировал и слышался характерный металлический скрежет, что свидетельствует о силовом срыве рельсовых захватов и тупиковых упоров. При циклических колебаниях ветра вдоль рельсового пути многотонная конструкция крана начинает колебаться в резонансном режиме, что может привести к опрокидыванию крана, игнорируя все принятые меры. Так, по свидетельствам очевидцев, в Ильичевском рыбном порту порталный кран опрокинулся вместе с закрепленными рельсами.

Вывод 8. Причиной опрокидывания в реку крана Альбатрос № 29 явилось превышение скорости ветра своего предельного критического значения 36,2 м/с, при котором кран еще мог быть в равновесии.

Мероприятия по предотвращению угонов кранов ветром.

На основе выполненных расчетов, а также общих сведений научного характера [18 - 40] следует при проектировании и расчетах противоугонных устройств порталных кранов руководствоваться рекомендациями справочной литературы по кранам, требованиями Морского Регистра и принимать расчетное ветровое давление нерабочего состояния крана не ниже 2000 Па с коэффициентом удержания крана не менее 1,2.

Для изготовления губок рельсовых захватов выбирать материал с достаточной износостойкостью, прокаливаемостью, который обеспечивал бы устойчивое значение коэффициента сцепляемости губок захвата с рельсом на уровне не менее 0,35.

Обеспечить более надежное удержание кранов в нерабочем состоянии путем их дополнительного крепления.

Дополнить инструкции по эксплуатации кранов методикой испытаний и периодичностью проверки удерживающей способности противоугонных захватов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ГОСТ 1451-77. Краны грузоподъемные. Нагрузка ветровая. Нормы и метод определения. (Ограничение срока действия снято. Основание: ИУС 12-92).
2. ДНАОП 1.03-03. Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов.
3. Правила по конвенционному оборудованию морских судов. Правила по грузоподъемным

- устройствам морских судов. Правила о грузовой марке / Регистр СССР. JL: Транспорт, 1981, 270 с.
4. Строительные нормы и правила. СНиП П-6-74; Нормы проектирования. Нагрузки и воздействия. М.: Стройиздат, 1976, 29 с.
 5. Строительные нормы и правила. СНиП П-23-81; Нормы проектирования. Стальные конструкции. М.: Стройиздат, 1982, 93 с.
 6. Справочник по кранам / Под ред. проф., д-ра техн. наук А.И. Дукельского. Том. 1. - М.; Л.: «Машиностроение», 1973.
 7. Справочник по кранам. Характеристики кранов, крановые механизмы, их узлы и детали, техническая эксплуатация / Под ред. проф., д-ра техн. наук А.И. Дукельского. Том. 2. - . Л.: «Машиностроение», 1973.
 8. Справочник по кранам. Характеристики материалов и нагрузок. Основы расчета кранов, их приводов и металлических конструкций / Под общ. ред. д.т.н., проф. М.М. Гохберга. Том 1. - М. : «Машиностроение», 1988.
 9. Справочник по кранам. Характеристики и конструктивные схемы кранов. Крановые механизмы, их детали и узлы. Техническая эксплуатация кранов / Под общ. ред. д.т.н., проф. М.М. Гохберга. Том 2. - Л. : «Машиностроение». Ленинградское отделение, 1988.
 10. Чернега, В.И Краткий справочник по грузоподъемным машинам / В.И. Чернега, И.Я. Мазуренко. – Киев : Техника, 1981. - 360 с.
 11. Руденко, Н.Ф. Курсовое проектирование грузоподъемных машин / Н.Ф. Руденко, М.П. Александров, А.Г. Лысяков. - М. : Госнаучиздат, 1963.
 12. Иванченко, Ф.К. Підйомно-транспортні машини. - К. : Вища школа, 1993.
 13. Будівельна механіка. Металеві конструкції / В.А. Баженов, О.Ф. Дащенко, Л.В. Коломієць, О.В. Ухов. – Одеса : Астропринт, 2001. - 430 с.
 14. Методологія аналізу та синтезу технічних рішень / В.О. Вайсман, О.Ф. Дащенко, Л.В. Коломієць, О.В. Ухов. – Одеса : Астропринт, 2003. - 172 с.
 15. Дукельский, А.И. Портовые грузоподъемные машины. 2-е изд. - М. : Транспорт, 1970. - 439 с.
 16. Ерофеев, Н.И. Эксплуатация, ремонт и монтаж портовых перегрузочных машин. - М. : Транспорт, 1976. - 376 с.
 17. Ерофеев, Н. И. Портальные краны. М.: «Морской транспорт», 1962. - 564 с.
 18. Запорожець, О. І. Завдання наукових досліджень з охорони праці / О. І. Запорожець, В. Д. Гогунський // Інформ. технології в освіті, науці та виробництві. - № 4 (5). – 2013. – С. 19 – 23.
 19. Бушуев, С. Д. Напрями дисертаційних наукових досліджень зі спеціальності «Управління проектами та програмами» / С. Д. Бушуев, В. Д. Гогунський, К. В. Кошкін // Управління розвитком складних систем. - № 12. – 2012.– С. 5 – 7.
 20. Колесникова, Е. В. Теория проектного управления: закон контроля параметров риска / Е. В. Колесникова // Вісник Одес. нац. морського ун-ту. – 2013. - № 3 (39). – С. 220 – 232.
 21. Руденко, С. В. Анализ результатов реализации технико-экономической природоохранной региональной программы / С. В. Руденко, Е. В. Колесникова, Т. М. Олех // Проблемы техники. -2013. — № 2. - С. 161 – 169.
 22. Гогунський, В. Д. Управління ризиками в проектах з охорони праці як метод усунення шкідливих і небезпечних умов праці / В. Д. Гогунський, Ю. С. Чернега // Вост.-Европейский журнал передовых технологий. – 2013. - № 1/10 (61). – С. 83 – 85.
 23. Визначення рівня безпеки у робочій зоні за умов сумісної дії факторів різних класів / В. Д. Гогунський, О. С. Харковенко, Т. В. Кравченко, Ю. С. Чернега // Інформаційні технології в освіті, науці та виробництві. - 2013. - № 4(5). – С. 24 - 31
 24. Колеснікова, К.В. Розробка марківської моделі станів проектно керованої організації / К. В. Колеснікова. В. О. Вайсман, С. О. Величко // Сучасні технології в машинобудуванні: зб. – Вип. 7. - Харків : ХТУ «ХП», 2012. – С. 217 – 222.
 25. Руденко, С. В. Сетевые процессы управления проектами в контексте отображения

- состояний проекта / С. В. Руденко, Е. В. Колесникова, В. И. Бондарь // Проблемы техники. – № 4. – 2012. – С. 61 – 67.
26. Арчибальд, Р. Управление высокотехнологичными программами и проектами [Текст] / Рассел Д. Арчибальд; пер. с англ. Мамонтова Е.В.; Под ред. Баженова А.Д., Арефьева А.О. – 3-е изд. – М. : Компания АйТи; ДМК Пресс, 2004. – 472 с.
 27. Белощицкий, А. А. Управление проблемами в методологии проектно-векторного управления образовательными середдами [Текст] / А. А. Белощицкий // Управління розвитком складних систем. - № 9. – 2012. – С. 104 – 107.
 28. Бондарь, В. И. Проявление закона Кошкина К.В. в безнадежных проектах: признаки, свойства, результаты / В. И. Бондарь, В. Д. Гогунский // Управління проектами: стан та перспективи: Міжнар. наук.-практ. конф. – Миколаїв : НУК, 2009.- С. 111 – 112.
 29. Оганов, А. В. Использование теории ограничения систем при внедрении офиса управления проектами предприятия / А. В. Оганов В. Д. Гогунский // GESJ: Computer Sciences and Telecommunications; (Article ID: 2229). – 2013. - № 4(40). – P. 59 - 65.
 30. Гогунский, В. Д. Обоснование закона о конкурентных свойствах проектов / В. Д. Гогунский, С. В. Руденко, П. А. Тесленко // Управління розвитком складних систем. – № 8. – 2012. – С. 14 – 16.
 31. Вайсман, В.А. Теория проектно-ориентованого управления: обоснование закона Бушуева С.Д. / В. А. Вайсман, В. Д. Гогунський С. В. Руденко // Наук. записки Міжнар. гуманітарного ун-ту : 36. – Одеса : МГУ, 2009. – С. 9 – 13.
 32. Колесникова, Е. В. Моделирование слабо структурированных систем проектного управления[Текст] // Тр. Одес. политехн. ун-та. — Вып. 3 (42). — 2013. – С. 127 - 131
 33. Колеснікова, К. В. Розвиток теорії проектного управління: обґрунтування закону ініціації проектів [Текст] // Управління розвитком складних систем. - № 17. – 2013. - С. 24 – 31.
 34. Колеснікова, К. В. Розвиток теорії проектного управління: обґрунтування закону К.В. Кошкина щодо завершення проектів [Текст] / К.В. Колеснікова // Управління розвитком складних систем. - № 16. – 2013. - С. 38 – 45.
 35. Оборская, А. Г. Модель эффектов коммуникаций для управления рекламными проектами / А. Г. Оборская, В. Д. Гогунский // Тр. Одес. политехн. ун-та. - 2005. - С. 31 – 34.
 36. Власенко, О. В. Марковські моделі комунікаційних процесів в міжнародних проектах / О. В. Власенко, В. В. Лебідь, В. Д. Гогунський // Управління розвитком складних систем. - № 12. - 2012. - С. 35 - 39.
 37. Яковенко, В. Д. Прогнозування стану системи керування якістю навчального закладу/ В. Д. Яковенко, В. Д. Гогунський // Системні дослідження та інформаційні технології. – 2009. - № 2. - С. 50 – 57.
 38. Колеснікова, К. В. Моделювання стратегічного управління міжнародною діяльністю університету / К. В. Колеснікова, С. М. Гловацька, С. В. Руденко // Проблеми техніки. - 2013. – № 1. – С. 95 – 101.
 39. Гогунський, В. Д. Марковські моделі комунікаційних процесів в міжнародних проектах / О. В. Власенко, В. В. Лебідь, В. Д. Гогунський // Управління розвитком складних систем.— 2012. — № 12. — С. 35 — 39.
 40. Гогунский, В. Д. Марковская модель риска в проектах безопасности жизнедеятельности / В. Д. Гогунский, Ю. С. Чернега, Е. С. Руденко // Тр. Одес. политехн. ун-та. – 2013. – № 2 (41). – С. 271 – 276.
 41. Антошук, С.Г. [Сенсорные интеллектуальные системы в управлении дорожным движением](#) [Текст] / С.Г. Антошук, А.Е. Колесников // Електромашинобудування та електрообладнання. – 2009. – Вип 74. – 105 – 111.
 42. Оборский, Г.А. [Инструменты реализации ценностного подхода в проектах дистанционного обучения](#) [Текст] / Г.А. Оборский, А.Е. Колесников, А.Н. Миколук // Электротехнические и компьютерные системы. - 2015. - № 19. – С. 330 - 333.