

## Идентификация и оценка факторов производственной среды при работе грузоподъемных машин

*В.А. Крутова*

*Ростовский государственный университет путей сообщения,  
Ростов-на-Дону*

**Аннотация:** В данной статье приведены результаты идентификации и оценки факторов производственной среды, а также выделены виброакустические факторы, как оказывающие наибольшее влияние на работоспособность и здоровье машинистов грузоподъемных машин.

**Ключевые слова:** идентификация, грузоподъемные машина, акустический дискомфорт, спектры шума и вибрации, условия труда.

Обеспечение безопасности труда, сохранения здоровья и жизни работающих, а также поддержания высокого уровня работоспособности, основывается на системном подходе к проведению профилактических мероприятий. Анализ статистических данных о несчастных случаях на производстве показывает, что на данном этапе, несмотря на мероприятия по улучшению технического состояния грузоподъемных машин, наблюдается увеличение аварийности и рост смертельного травматизма при эксплуатации подъемных машин [1,2]. Ежегодно в России получают смертельные травмы 97-105 человек. Причины аварий подразделяются на технические и административно-организационные. Основными причинами аварийности и травматизма из-за отказа технических средств является изношенность и неисправность подъемных механизмов, которая достигает 70 %, а обновление механизмов не превышает 10 % в год. Однако аварии технического характера составляют около 60 % от общего числа, а 40 % несчастных случаев связано с человеческим фактором. Причем необходимо отметить, что на данном этапе при эксплуатации грузоподъемных машин участие человека обязательно. К опасностям, возникающим под воздействием человеческого фактора, относятся недостаточная облученность, неправильное восприятие сигналов, неверное выполнение

---

положенного действия, неверно принятые решения и значительно увеличивается под воздействием различных опасностей, возникающих в процессе работы [3].

Идентификация факторов, возникающих в процессе выполнении трудовой деятельности, основывается на детальном изучении технологических процессов производства основных и вспомогательных работ, анкетировании и тестировании работников, подробном описании эргономической обстановки на рабочем месте и изучении факторов производственной среды и трудового процесса [4,5]. При идентификации вредных и опасных производственных факторов, возникающих при эксплуатации грузоподъемных машин в качестве объектов исследования, были выбраны мостовые краны и козловые краны.

При эксплуатации грузоподъемных механизмов из всех производственных факторов на первое место выходит акустический дискомфорт, так как за последние годы с микроклиматом на рабочих местах и воздействием химических факторов в общей массе удалось справиться. Анализ результатов специальной оценки условий труда показал, что среди комплекса опасных и вредных производственных факторов только шумовые характеристики превышают санитарные нормы [6,7]. Замеры шума и вибраций в кабинах кранов показали, что уровни звука лежат в пределах 90-95 дБА, а уровни вибрации (на полу) – 100-116 дБ, что превышает предельно допустимые значения на 10-15 дБА и до 9 дБ (по уровням виброскорости).

Так, например, при движении кранов звук излучают рельсы, колесные пары, электродвигатели и редукторы механизмов перемещения. При подъеме-опускании груза звуковую энергию излучают двигатель и редуктор механизма подъема, потребляемая мощность и нагрузки в зубчатых передачах которого намного больше, чем в приводе механизма перемещения.

---

Следует отметить, что нормируемый частотный диапазон вибраций является низкочастотным, поэтому экспериментальные исследования вибраций на кресле крановщика выполнены при следующих режимах работы крана: перемещается мост крана; перемещается тележка крана; работает механизм подъема и опускания груза. Результаты измерений приведены в табл.1.

Таблица 1

Уровни вибрации в кабинах мостовых кранов при перемещении крана и работе механизма подъема и опускания груза

Грузоподъемность, т	Режим работы (перемещающийся узел)	Уровни вибрации (дБ) в октавных интервалах частот (Гц)			
		8	16	31,5	63
12,5	Тележка	104	108	111	109
	Кран	98	99	102	104
	Подъем груза	106	112	111	105
25	Тележка	105	111	107	106
	Кран	103	100	100	96
	Подъем груза	108	115	116	107
50	Тележка	108	115	110	106
	Кран	105	102	100	97
	Подъем груза	109	116	118	110
100	Тележка	108	115	111	105
	Кран	107	111	104	100
	Подъем груза	111	116	120	111
180	Тележка	110	116	117	112
	Кран	106	112	115	109
	Подъем груза	113	110	122	114
Норматив		104	110	116	122

Результаты измерений показали, что практически у всех типов кранов зафиксировано превышение уровней вибрации на рабочих местах.

Каждый тип крана эксплуатируется при различных скоростях движения и, что особенно важно, массах грузов. Поэтому в экспериментальных исследованиях определялись максимальные и минимальные уровни звука (дБА), значения которых приведены на рис. 1. Результаты проведенных измерений показали, что разница в уровнях звука

составляет 6 дБА у кранов грузоподъемностью 180 и 100 тонн, 5 дБА - 50 тонн, 7 дБА - 25 тонн.

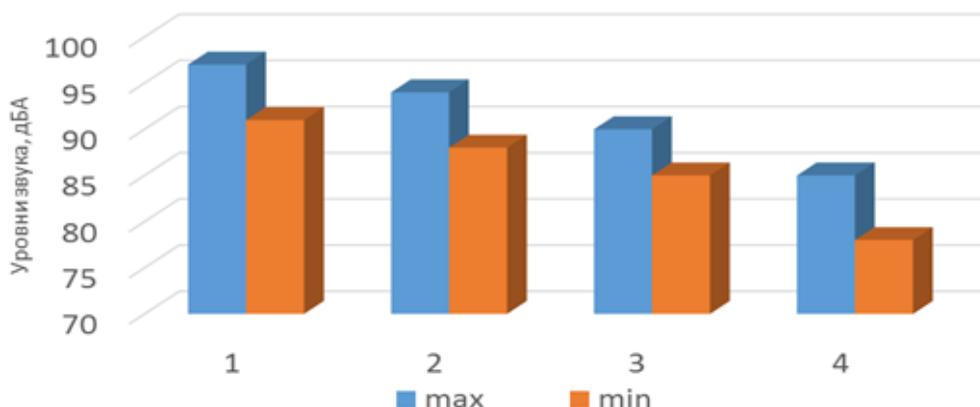


Рис. 1. – Уровни звука мостовых кранов, первый ряд соответствует максимальным уровням звука, второй – минимальным:

1 – 180 т; 2 – 100 т; 3 – 50 т; 4 – 25 т.

Следует отметить, что у 80% кранов грузоподъемностью 180 тонн уровни звука составляют 95-97 дБА; 100 тонн - 91-94 дБА; 50 тонн - 87-90 дБА и у 75% 25 тонн - 83-85 дБА. Характер спектров шума среднечастотный и соответствует закономерностям спектрального состава вибраций на рельсе.

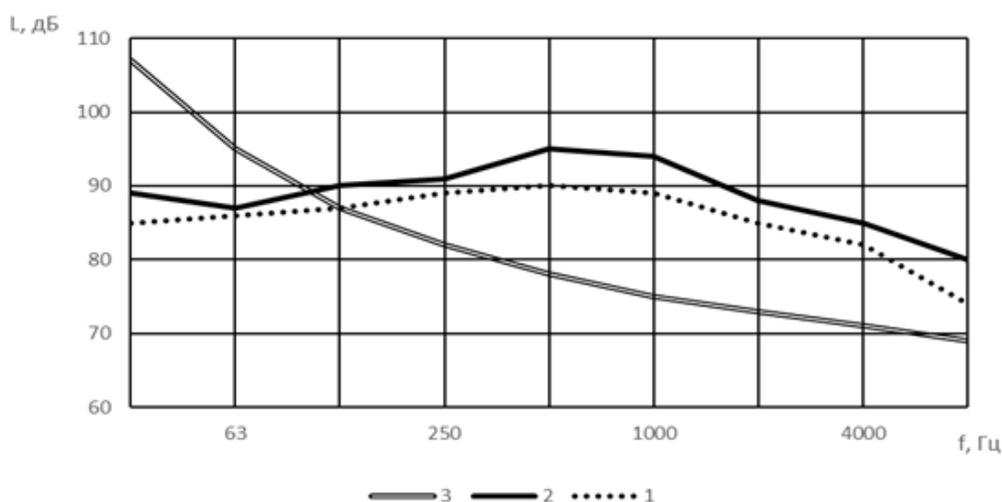


Рис. 2 – Спектры шума мостового крана грузоподъемностью 180 т: 1 – движение без груза; 2 – движение с грузом; 3 – предельный спектр.

У кранов грузоподъемностью 100 и 180 тонн следует отметить расширение активного диапазона спектра в область низких частот (рис. 2). Полученные результаты позволяют сделать вывод, что при движении кранов основными источниками шума являются рельсы и узлы колесных пар, в широкой высокочастотной полосе 500-8000 Гц.

Результаты измерений уровней звукового давления при подъеме и опускании груза приведены на рис. 3 на примере 100 и 180-тонных кранов. Уровни звукового давления превышают норматив только в 4 и 5 октавах на 3-4 дБ для крана грузоподъемностью 100 т и 6-7 дБ для крана - 180 т. Для 25-тонного крана превышения в этих же октавах составляют 1,5-2 дБ.

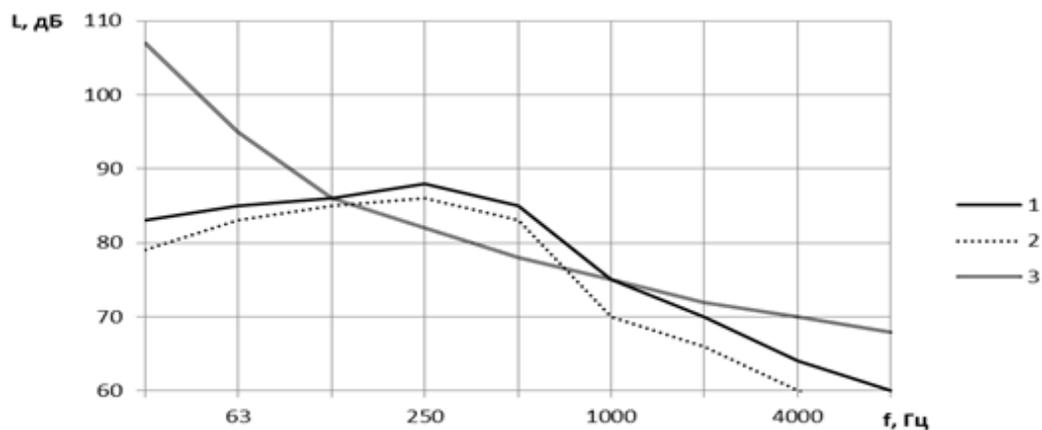


Рис. Ошибка! Текст указанного стиля в документе отсутствует.. – Спектры шума при опускании груза: 1 – грузоподъемность 180 т; 2 – грузоподъемность 100 т; 3 – предельный спектр

Шум рабочего процесса, проходящего в производственном помещении, с учетом логарифмического суммирования уровней звукового давления при реализации технического процесса и крана показал превышение санитарных норм.

По результатам приведённых исследований можно сделать выводы, что звуковое излучение мостовых кранов создает повышенные уровни шума на

рабочих местах не только при движении крана, но и при подъёме и опускании груза. Влияние звукового излучения крана на формирование спектрального состава уровней звукового давления проявляется в среднечастотной области 250-1000 Гц и при реализации технологического процесса, фактически создавая превышение санитарных норм.

Такие же исследования проведены в кабинах козловых кранов грузоподъемностью 12, 25, 50 и 100 т. На рис. 4 представлены октавные уровни звукового давления в кабинах козловых кранов грузоподъемностью 50 и 100 тонн.

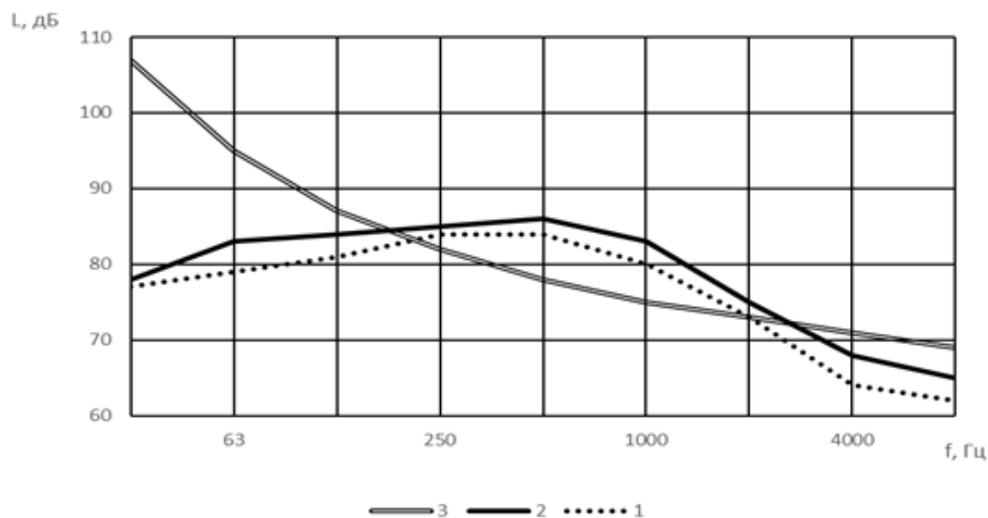


Рис. 4. – Спектры шума в кабинах козловых кранов: 1 – грузоподъемностью 50 т; 2 – грузоподъемностью 100 т; 3 – предельный спектр

Результаты измерений показали, что в кабинах вышеуказанных кранов, несмотря на разработанные мероприятия по увеличению диссипативных свойств потолка и пола, которые снизили уровни вибраций в диапазоне частот 8-31,5 Гц до санитарных норм, уровни звукового давления превышают предельно-допустимые значения. Превышения зафиксированы в области частот 250-1000 Гц у крана грузоподъемностью 50 тонн и 250-2000 Гц у 100-

тонного крана. Величины превышения составляют 3-8 дБ у 50-тонного крана и 5-10 дБ у 100-тонного.

Полученные данные показали, что воздействие внешней воздушной составляющей шума не приводит к превышениям уровней звукового давления над санитарными нормами [8, 9]. Можно предположить, что выявленные превышения создаются структурной составляющей шума элементов остекления.

Проведенные исследования полностью подтвердили доминирующее влияние структурной составляющей шума [10]. Действительно, «характер» спектра вибраций на остеклении идентичен спектру шума в кабине. Максимальные уровни вибраций расположены в интервале частот 250-2000 Гц, т.е. в том же частотном диапазоне, где уровни звукового давления превышают санитарные нормы шума.

Снижение уровней вибрации на рабочих местах крановщиков может быть достигнуто двумя способами. Во-первых, увеличением виброизоляции кабины или кресла, снижением вибраций, передаваемых на раму от редуктора механизма подъема и барабана, увеличением диссипативных параметров системы «колесо-рельс». Но второй способ является намного предпочтительнее, так как увеличение диссипативных параметров всех элементов (редукторов, барабанов, колес и рельсов) приводит и к снижению уровней шума, создаваемых всей акустической системой кранов в производственных помещениях.

### Литература

1. Финоченко Т.А., Семиглазова Е.А. Профессиональный риск на основе специальной оценки условий труда // Инженерный вестник Дона. 2017. №3. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2017/4355](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2017/4355)

2. Кирищиева В.И., Финоченко В.А. Социально-экономическая эффективность приведения рабочих мест к требованиям норм охраны труда // Инженерный вестник Дона. 2013. №1. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2013/1511](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2013/1511)
3. Федеральная служба государственной статистики. Условия труда, производственный травматизм. URL: [rosstat.gov.ru](http://rosstat.gov.ru).
4. Баланова М.В. Экспериментальные исследования шума кранов на железнодорожном ходу // Инженерный вестник Дона. 2018. №1. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2018/1579](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2018/1579).
5. Пушенко С.Л. Принципы выработки стратегии управления рисками охраны труда // Инженерный вестник Дона. 2012. №1. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2012/634/](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2012/634/)
6. Кобзев К.О. Обоснование параметров системы снижения вибраций на рабочих местах операторов козловых кранов // Науковедение. 2016. № 4. URL: [naukovedenie.ru/PDF/76tvn516.pdf](http://naukovedenie.ru/PDF/76tvn516.pdf)
7. Vincent N. Rolling noise control at source: state-of-the-art survey // Journal of Sound and Vibration. USA, 2000. Vol. 231(3). pp. 865–876.
8. Balanova M., Pereverzev I., Finochenko T. Physical factors affecting the reliability of rail crane operators. Dependability. 2019. 19(1). pp. 36-39. [doi.org/10.21683/1729-2646-2019-19-1-36-39](https://doi.org/10.21683/1729-2646-2019-19-1-36-39)
9. Бондаренко В.А. Теоретическое исследование спектров вибрации и шума рельс при движении мостовых кранов // Науковедение, 2016. Том 8. №3. URL: [naukovedenie.ru/PDF/23TVN316.pdf](http://naukovedenie.ru/PDF/23TVN316.pdf)
10. Chukarin A., Bondarenko V. Generation regularities of vibration and noise spectra of the gearboxes of overhead traveling crane // Akustika. ISSN 1801-9064. Studio D – Akustika s.r.o. České Budějovice. 2019. Vol. 32. pp. 120-122

---

## References

1. Finochenko T.A., Semiglazova E.A. Inzhenernyj vestnik Dona. 2017. №3. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2017/4355](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2017/4355)
2. Finochenko V.A., Kirishhieva V.I. Inzhenernyj vestnik Dona. 2013. №1. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2013/1511](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2013/1511)
3. Federal'naya sluzhba gosudarstvennoj statistiki. Usloviya truda, proizvodstvennyj travmatizm [Federal State Statistics Service. Working conditions, industrial injuries]. URL: [rosstat.gov.ru](http://rosstat.gov.ru).
4. Balanova M.V. Inzhenernyj vestnik Dona. 2018. №1. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2018/1579](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2018/1579).
5. Pushenko S.L. Inzhenernyj vestnik Dona. 2012. №1. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2012/634](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2012/634)
6. Kobzev K.O. Naukovedenie. 2016. № 4. URL: [naukovedenie.ru/PDF/76tvn516.pdf](http://naukovedenie.ru/PDF/76tvn516.pdf)
7. Vincent N. Journal of Sound and Vibration. USA, 2000. Vol. 231(3). pp. 865–876.
8. Balanova M.V., Finochenko T.A., Pereverzev I.G. Dependability. 2019. 19 (1). Pp. 36-39. [doi.org/10.21683/1729-2646-2019-19-1-36-39](https://doi.org/10.21683/1729-2646-2019-19-1-36-39)
9. Bondarenko V.A. Naukovedenie. 2016. Vol.8. №3. URL: [naukovedenie.ru/PDF/23TVN316.pdf](http://naukovedenie.ru/PDF/23TVN316.pdf)
10. Chukarin A., Bondarenko V. Akustika. ISSN 1801-9064. Studio D. Akustika s.r.o. České Budějovice. 2019. Vol. 32. pp. 120-122.