

УДК 616-008

УСЛОВИЯ ТРУДА КАК ФАКТОРЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РИСКА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ НАРУШЕНИЙ У МЕХАНИЗАТОРОВ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Т.А. Новикова, С.С. Райкин, Е.С. Буянов, А.В. Спирин, Р.Б. Рахимов

ФБУН «Саратовский научно-исследовательский институт сельской гигиены» Роспотребнадзора,
Россия, 410022, г. Саратов, ул. Заречная, 1А

Проведена комплексная физиолого-гигиеническая оценка условий труда механизаторов сельского хозяйства в динамике годового производственного цикла выращивания зерновых культур. Установлено, что механизаторы при выполнении основных видов работ подвержены комплексному воздействию вредных факторов производственной среды и трудового процесса, уровни которых соответствуют по степени отклонения от гигиенических нормативов вредным условиям труда 1–4-й степени (классы 3.1–3.4). Уровни артериального давления крови, показателей гемодинамики и функционального состояния (ИФИ) свидетельствуют о напряжении регуляторных систем и снижении адаптационных возможностей организма механизаторов, что может быть следствием воздействия неблагоприятных условий труда.

Ключевые слова: механизаторы сельского хозяйства, условия труда на тракторах и зерноуборочных комбайнах, функциональные нарушения, напряжение механизмов адаптации.

При работе на сельскохозяйственной технике трактористы-машинисты сельскохозяйственного производства (далее – механизаторы сельского хозяйства) подвергаются целому ряду профессиональных рисков для их здоровья. Это повышенные уровни шума и вибрации, производимые при работе техники, пыль (органическая и минеральная) и выхлопные газы, попадающие в зону дыхания, микроклиматический дискомфорт в кабинах, физические и эмоциональные нагрузки [1]. Воздействие вредных факторов условий труда может приводить к функциональным нарушениям в деятельности отдельных органов и систем

организма механизаторов, снижению адаптационных возможностей и развитию прерморбидных и патологических изменений, способствующих появлению профессионально обусловленных и профессиональных заболеваний [3].

В этой связи выявление показателей резервов организма позволит разработать и принять своевременные меры по сохранению здоровья механизаторов – самой представительной профессиональной группы работников сельскохозяйственного производства.

Цель исследований – оценка условий труда и их влияния на функциональное со-

© Новикова Т.А., Райкин С.С., Буянов Е.С., Спирин А.В., Рахимов Р.Б., 2014.

Новикова Тамара Анатольевна – кандидат биологических наук, доцент, руководитель отдела медицины труда ФБУН «Саратовский научно-исследовательский институт сельской гигиены» Роспотребнадзора (e-mail: Novikova_TA@niisgrosptrebnadzor.ru, тел./факс: 8(845-2) 92-34-94, тел.: 34-71-84).

Райкин Сергей Сергеевич – младший научный сотрудник ФБУН «Саратовский научно-исследовательский институт сельской гигиены» Роспотребнадзора (e-mail: Rser3001@yandex.ru, тел.: 8(845-2) 92-34-94).

Буянов Евгений Сергеевич – кандидат медицинских наук, руководитель лаборатории эргономики и физиологии труда в сельском хозяйстве ФБУН «Саратовский научно-исследовательский институт сельской гигиены» Роспотребнадзора (e-mail: iisg@gospotrebnadzor.ru, тел.: 8 (845-2) 92-30-48).

Спирин Владимир Федорович – доктор медицинских наук, профессор, Директор ФБУН «Саратовский научно-исследовательский институт сельской гигиены» Роспотребнадзора (e-mail: iisg@gospotrebnadzor.ru, тел.: (845-2) 92-78-90).

Рахимов Руستم Бахрумович – исполняющий обязанности младшего научного сотрудника отдела медицины труда ФБУН «Саратовский научно-исследовательский институт сельской гигиены» Роспотребнадзора (e-mail: iisg@gospotrebnadzor.ru, тел.: (845-2) 92-78-90).

стояние организма механизаторов сельского хозяйства.

Материалы и методы. Гигиенические исследования включали измерение и гигиеническую оценку параметров микроклимата, шума и вибрации, загрязненности воздуха рабочей зоны аэрозолями преимущественно фиброгенного действия (АПФД) и вредными химическими веществами, тяжесть и напряженность трудового процесса при эксплуатации тракторов и зерноуборочных комбайнов, наиболее широко представленных в настоящее время в машинотракторном парке сельскохозяйственных предприятий. Исследования условий труда проводились с использованием общепринятых в гигиене труда методов и оборудования при выполнении основных видов сезонных полевых работ в течение годового производственного цикла (боронование, культивация, посев зерновых, уборка зерновых) на базе хозяйств Саратовской области, специализирующихся на производстве зерна.

Физиологические исследования осуществлены в группе 96 мужчин-механизаторов сельского хозяйства в производственных условиях перед началом рабочей смены. Средний возраст обследованных составил $42,5 \pm 11,5$ г., средний стаж работы в профессии – $22,9 \pm 11,1$ г. Среди обследованных лица со стажем работы в профессии до 10 лет составили 15,6 %, от 11 до 20 лет – 30,2 %, от 21 до 30 лет – 31,3 % и более 30 лет стажа – 22,9 %.

Изучались антропометрические показатели – рост, масса тела, индекс массы тела (ИМТ). С помощью звукового способа по Короткову измерялись частота сердечных сокращений (ЧСС), систолическое и диастолическое артериальное давление крови (САД и ДАД соответственно). Для оценки АД использовалась классификация объединенного национального комитета европейского общества по гипертензии (JNC-7-2003), в которой значения 120–129/80–84 мм рт.ст. составляют оптимальное давление, 130–139/85–89 мм рт.ст. – высокое нормальное давление, более

139/89 – мм рт.ст. – артериальная гипертензия. Оценивались расчетные показатели гемодинамики – пульсовое давление (ПД), в норме составляющее 30–50 мм рт.ст., среднее динамическое давление (СДД), в норме колеблется от 75 до 85 мм рт.ст., минутный объем крови (МОК), соответствующий у здоровых людей в среднем 4–8 л/мин, общее периферическое сопротивление сосудов движению крови (ОПС), которое в норме может находиться в пределах от 1400 до 2500 дин. Рассчитывался коэффициент выносливости сердечно-сосудистой системы (КВ), увеличение которого свидетельствует об ослаблении, уменьшение – об усилении функции сердца (в норме КВ равен 12–16).

Для оценки состояния сердца была использована компьютерная система скрининга сердца «Кардиовизор – Обс», в основу работы которой положен метод дисперсионного картирования ЭКГ (ДК ЭКГ). В методе ДК ЭКГ стандартный ЭКГ-сигнал используется лишь в качестве источника низкоамплитудных микроколебаний поверхностных потенциалов. При этом результатом компьютерной обработки ЭКГ-сигнала является не совокупность общепринятых ЭКГ-признаков, а карта дисперсионных изменений миокарда. Индикатор «Миокард» компьютерной системы скрининга является относительной характеристикой, которая характеризует суммарную величину дисперсионных отклонений от нормы низкоамплитудных колебаний ЭКГ-сигнала, изменяется в диапазоне от 0 до 100 % и выступает главным маркером клинической интерпретации скрининг-заключения. Чем выше значение индикатора, тем значимее отклонение от нормы.

В качестве показателя, интегрально отражающего функциональное состояние организма, использован адаптационный потенциал системы кровообращения (по Р.М. Баевскому, 2004), оцениваемый по индексу функциональных изменений (ИФИ), по которому определялась степень адаптированности, функциональные резервы организма. При оценке результатов уровень функцио-

нального состояния оценивался при значениях ИФИ до 2,59 как достаточные функциональные возможности, удовлетворительная адаптация, от 2,6 до 3,09 – состояние функционального напряжения, от 3,10 до 3,49 – снижение функциональных возможностей, неудовлетворительная адаптация, и при более 3,5 – резкое снижение функциональных возможностей, срыв адаптации [2].

Статистическая обработка результатов исследования проведена с помощью электронных таблиц Microsoft и программы Statistica 10. Были рассчитаны средняя арифметическая (M) и стандартное отклонение (SD). Достоверность различий уровней показателей в подгруппах определяли по U -критерию Манна–Уитни. Различия считали статистически значимыми при уровне $p < 0,05$.

Результаты и их обсуждение. Установлено, что в течение всего годового трудового цикла работ механизаторы сельского хозяйства подвержены комплексному воздействию вредных факторов производственной среды и трудового процесса. Степени отклонений их уровней от действующих гигиенических нормативов соответствовали вредным условиям труда 1–4-й

степеней (классы 3.1–3.4) в зависимости от вида выполняемых работ и эксплуатируемой техники (табл. 1).

В кабинах тракторов и зерноуборочных комбайнов старых образцов отечественного производства, не оборудованных кондиционерами или оборудованных малоэффективными вентиляционными установками, составляющих в настоящее время основную часть (до 80 %) машинотракторного парка сельскохозяйственного производства, формировался дискомфортный нагревающий микроклимат с превышением допустимых значений по температуре от 1 до 5,5 °С, что соответствовало вредным условиям труда 1–4-й степени (классы 3.1–3.4). Уровень тепловой нагрузки среды (ТНС-индекс) достигал 28,9–30,0 °С, что оценено как вредные условия труда 4-й степени (класс 3.4). В то же время при исправных и работающих кондиционерах в кабинах тракторов и комбайнов нового образца РСМ 101 «Вектор» и РСМ 142 «Акрос», тракторов импортного производства, например, Class «Aksion», температура воздуха не превышала санитарных норм (класс 2).

Таблица 1

Гигиеническая оценка условий труда механизаторов сельского хозяйства
в различные периоды производственного цикла

Вид работ в годовом производствен- ном цикле	Оценка факторов рабочей среды (класс, степень вредности)					Факторы трудового процесса		
	Вредные веще- ства	Микроклимат	АПФД	Шум	Вибрация		тяжесть	напряженность
					общая	локальная		
Предпосевная обработка почвы	<u>2</u>	<u>3.1</u>	<u>3.1–3.2</u>	<u>3.2–3.3</u>	<u>3.2</u>	<u>3.2</u>	<u>3.2</u>	<u>3.2</u>
	2	2	2–3.1	3–1–3.2	2	2	3.1	3.2
Сев зерновых	<u>2</u>	<u>3.1–3.2</u>	<u>3.2–3.4</u>	<u>3.2–3.2</u>	<u>3.1</u>	<u>3.2</u>	<u>3.2</u>	<u>3.2</u>
	2	2–3.1	2–3.1	3.1	2	2	3.1	3.2
Пахотные рабо- ты (летние)	<u>2</u>	<u>3.1–3.4</u>	<u>3.1–3.2</u>	<u>3.2</u>	<u>3.1</u>	<u>3.1</u>	<u>3.2</u>	<u>3.2</u>
	2	2–3.1	2–3.1	3.1–3.2	2	2	<u>3.1</u>	3.2
Уборка зерновых	<u>2</u>	<u>3.1–3.4</u>	<u>3.1–3.3</u>	<u>3.1–3.2</u>	<u>3.1</u>	<u>3.1</u>	<u>3.2</u>	<u>3.2</u>
	2	2–3.1	2–3.1	2–3.1	2	2	3.1	3.2

Примечание: * – в числителе – в технике старых образцов, в знаменателе – в новой и импортной.

Загрязнение воздушной среды вредными веществами было представлено преимущественно компонентами выхлопа дизельных двигателей внутреннего сгорания, представляющими собой сложную смесь газов (оксид углерода, оксиды азота, альдегиды, диоксид серы), которые постоянно присутствовали в зоне дыхания в концентрациях, в среднем не превышающих предельно допустимые.

Неблагоприятными факторами условий труда механизаторов на тракторах и зерноуборочных комбайнах остаются шум и вибрация. По своему характеру шум широкополосный с превышением ПДУ как на низких, так и на высоких частотах до 14,8 дБА. Эквивалентные уровни шума превысили ПДУ на 1–17 дБА на всех моделях и марках обследованных тракторов при выполнении всех видов полевых работ. Повышенные уровни общей вибрации на рабочих местах механизаторов выявлены на

тракторах старых моделей (ДТ-75, Т-4А) на частотах 2–4 Гц, где превышения ПДУ составили в среднем 1–7 дБ. Условия труда механизаторов по виброакустическому фактору оценены как вредные 1–3-й степени (классы 3.1–3.3).

Тяжесть труда на мобильной сельскохозяйственной технике формируется за счет динамических и статических физических нагрузок, неудобной рабочей позы. Напряженность трудового процесса обусловлена нервно-эмоциональным напряжением за счет повышенной ответственности за конечный результат, сжатых сроков полевых работ, нерациональной организацией труда. Согласно гигиеническим критериям по Р 2.2.2006–05, они оценены как вредные 1-й и 2-й степени (классы 3.1–3.2).

Результаты исследования, позволяющие оценить функциональное состояние сердечно-сосудистой системы механизаторов, представлены в табл. 2.

Таблица 2

Показатели функционального состояния сердечно-сосудистой системы механизаторов сельского хозяйства ($M \pm SD$)

Показатель	Вся группа	Со стажем работы в профессии, лет			
		3–10	11–20	21–30	более 30
САД (мм рт. ст.)	143,0± 18,2↑	144,1± 13,6*↑	132,9± 8,9	139,5± 13,5	151,4± 22,5*↑
ДАД (мм рт. ст.)	86,0± 13,3	87,8± 15,5*	79,3± 8,0	86,4± 11,1*	87,8± 7,6*
ЧСС (уд. в мин)	75,9± 11,9	76,2± 11,8	73,3± 11,4	72,8± 10,1	74,9± 13,0
КВ (усл. Ед.)	13,879± 3,6	14,067± 2,9	13,708± 2,7	14,142± 3,2	12,886± 5,2
ПД (мм рт. ст.)	56,9± 12,7↑	56,4± 12,0↑	53,6± 8,7↑	53,0± 8,8↑	63,6± 20,7↑
СДД (мм рт. ст.)	105,0± 13,8↑	106,6± 13,8*↑	97,1± 7,2↑	104,1± 11,2*↑	109,0± 10,6*↑
МОК (мл/мин)	3505,3± 1070,1↓	4043,4± 1197,3	3789,6± 912,3↓	3137,1± 829,3↓	3000,4± 856,8*↓
ОПС (дин)	2698,2± 1195,6↑	2267,5± 706,4	2160,5± 613,0	2907,7± 1101,5*↑	3077,3± 721,8*↑

Примечание: * различия достоверны по сравнению с группой 2; ↑ – ↓ значения показателей выше и ниже нормы.

Из представленных данных следует, что среднegrupповые значения САД у обследованных превышали границы нормы, что может расцениваться как неблагопри-

ятный симптом, свидетельствующий о нарушении компенсаторно-приспособительных возможностей сердечно-сосудистой системы и риске развития у них гипертен-

зии [2]. Наибольшее отклонение исследуемых показателей от физиологических норм, свидетельствующее об артериальной гипертензии, выявлено в группе 3 со стажем работы более 30 лет, что может быть следствием длительного воздействия неблагоприятных условий труда.

СДД является показателем согласованности регуляции сердечного выброса и периферического сопротивления. Средний уровень СДД в обследованной группе составил $105 \pm 13,8$ мм рт. ст. При этом наиболее близкий к физиологической норме уровень СДД зафиксирован в группе со стажем работы 11–20 лет. В группах со стажем 20–30 и более 30 лет значения показателя СДД были достоверно выше. Сниженные показатели МОК у обследованных, кроме группы 1 со стажем работы от 3 до 10 лет, свидетельствуют о снижении сократительной функции миокарда. Средний уровень общего периферического сопротивления сосудов в обследованной группе составил $2698,2 \pm 1195,6$ дин. С увеличением стажа работ его уровень изменялся и наибольший установлен в группе со стажем более 30 лет ($3077,3 \pm 721,8$).

Выявленные изменения показателей гемодинамики у обследованных механизаторов свидетельствуют о рассогласовании

механизмов регуляции кровообращения, которое может расцениваться как проявление предпатологических изменений.

При оценке интегрального показателя микроальтернаций «Миокард» его нулевое значение расценивалось, согласно методике интерпретации данных скрининга сердца, как полное отсутствие каких-либо значимых отклонений от модели идеального сердца, значение менее 15 % свидетельствовало о том, что существенных отклонений не выявлено, от 15 до 19 % – о пограничном состоянии, 20 % и более – что вероятно патология. Показатель «Миокард», равный 100 %, соответствовал патологическому комплексу, связанному с выраженными отклонениями от нормы практически во всех камерах сердца. У обследованных механизаторов среднегрупповые значения данного показателя не превысили 15 %, то есть значимых изменений миокарда не обнаружено. Однако следует отметить, что во всех исследуемых подгруппах имелись лица с пограничными состояниями.

Результаты исследования ИФИ, который отражает потенциальную способность организма адаптироваться к нагрузкам, в том числе к производственной деятельности, представлены в табл. 3.

Таблица 3

Адаптационные резервы организма механизаторов

Показатель	Вся группа	Со стажем работы в профессии, лет			
		3–10	11–20	21–30	более 30
	<i>M±SD</i>	<i>M±SD</i>	<i>M±SD</i>	<i>M±SD</i>	<i>M±SD</i>
ИФИ	$2,786 \pm 0,82$	$2,892 \pm 0,80$	$2,553 \pm 0,66$	$2,931 \pm 0,78^*$	$3,144 \pm 1,11^*$

Примечание: * – отмеченные уровни статистически значимо различаются с уровнями группы 2.

Как следует из представленных данных, среднегрупповое значение индекса функциональных изменений (ИФИ) у обследованных механизаторов составляло $2,786 \pm 0,82$, что соответствовало состоянию функционального напряжения. С увеличением стажа его значения изменялись, достигая в группе со стажем работы более 30 лет $3,144 \pm 1,11$, что свидетельствует о снижении адаптационных возможностей у лиц

этой группы и неудовлетворительной адаптации к действующей на организм нагрузке. При этом выявлены статистически значимые различия между уровнями ИФИ в 3-й и 4-й группах, по сравнению с таковыми во 2-й группе ($p = 0,004182$ и $p = 0,000658$ соответственно).

Выводы:

1. Механизаторы в течение всего годового производственного цикла работ под-

вержены комплексному воздействию вредных факторов производственной среды и трудового процесса: дискомфортный нагревающий микроклимат, загрязнение воздуха рабочей зоны химическими веществами, шум, вибрация, динамические и статические физические нагрузки, неудобная рабочая поза.

2. Уровни факторов риска соответствуют по степени отклонения от гигиениче-

ских нормативов вредным условиям труда 1–4-й степени (классы 3.1–3.4).

3. Уровни артериального давления крови, показателей гемодинамики и функционального состояния (ИФИ) свидетельствуют о напряжении регуляторных систем и снижении адаптационных возможностей организма механизаторов, что может быть следствием воздействия неблагоприятных условий труда.

Список литературы

1. Новикова Т.А. Гигиеническая оценка и управление профессиональным риском для здоровья механизаторов сельского хозяйства // *Здравоохранение Российской Федерации*. – 2011. – № 11. – С. 72–73.
2. Оценка адаптационных возможностей организма и задачи повышения эффективности здравоохранения / В.М. Баранов, Р.М. Баевский, А.П. Берсенева, В.М. Михайлов // *Экология человека*. – 2004. – № 6. – С. 25–29.
3. Профессиональная заболеваемость работников сельского хозяйства саратовской области / Л.А. Варшамов, Г.А. Безрукова, В.Ф. Спирин, Т.А. Новикова // *Здоровье населения и среда обитания*. – 2011. – № 12. – С. 10–13.

References

1. Novikova T.A. Gigienicheskaja ocenka i upravlenie professional'nym riskom dlja zdorov'ja mehanizatorov sel'skogo hozjajstva [Hygienic evaluation and control of occupational health hazards in farm machinery operators]. *Zdravoohranenie Rossijskoj Federacii*, 2011, no. 11, pp. 72–73.
2. Baranov V.M., Baevskij R.M., Berseneva A.P., Mihajlov V.M. Ocenka adaptacionnyh vozmozhnostej organizma i zadachi povyshenija jeffektivnosti zdavoohranenija [Evaluation of adaptive abilities of the body and tasks of improving healthcare efficiency]. *Jekologija cheloveka*, 2004, no. 6, pp. 25–29.
3. Varshamov L.A., Bezrukova G.A., Spirin V.F., Novikova T.A. Professional'naja zaboлеваemost' rabotnikov sel'skogo hozjajstva saratovskoj oblasti [Occupational disease of agricultural workers of the Saratov region]. *Zdorov'e naselenija i sreda obitanija*, 2011, no. 12, pp. 10–13.

WORKING CONDITIONS AS OCCUPATIONAL RISK FACTORS FOR FUNCTIONAL DISORDERS IN AGRICULTURE MACHINE OPERATORS

T.A. Novikova, S.S. Raykin, E.S. Buyanov, A.V. Spirin, R.B. Rakhimov

Federal Budget Institution of Science “Saratov Scientific Research Institute of Agricultural Hygiene” of Rospotrebnadzor, Russian Federation, Saratov region, Saratov, Zarechnaya Str., 1a, 410022

The complex physiological-hygienic evaluation of the working conditions of agricultural machine operators in the dynamics of the annual production cycle of growing crops is carried out. It is set that the machine operators performing basic types of work are subject to the combined effect of harmful factors of environment and labour process, the levels of which correspond by the degree of deviation from the hygienic standards to harmful labor conditions of 1–4 degrees (classes 3.1–3.4). Levels of blood pressure, hemodynamic and functional status (IFS) show tension of regulator systems and reducing of the body's adaptive capabilities of the machine operators that can be caused by exposure to adverse working conditions.

Key words: agriculture machine operators, working conditions on the tractors and combine harvesters, functional disorders, tension of adaptation mechanisms.

© Novikova T.A., Raykin S.S., Buyanov E.S., Spirin A.V., Rakhimov R.B., 2014

Novikova Tamara Anatolievna – Candidate of biological sciences, associate professor, head of occupational medicine department of Federal Budget Institution of Science “Saratov Scientific Research Institute of Agricultural Hygiene” of Rospotrebnadzor (e-mail: Novikova_TA@niisgrosptrebnadzor.ru; tel./fax: 8(845-2) 92-34-94, тел.: 34-71-84).

Raykin Sergey Sergeevich – Junior research assistant of Federal Budget Institution of Science “Saratov Scientific Research Institute of Agricultural Hygiene” (e-mail: Rser3001@yandex.ru; tel.: 8(845-2) 92-34-94).

Buyanov Evgeny Sergeevich – Candidate of medical sciences, head of laboratory for ergonomics and occupational physiology in agriculture of Federal Budget Institution of Science “Saratov Scientific Research Institute of Agricultural Hygiene” of Rospotrebnadzor (e-mail: iisg@rospotrebnadzor.ru; tel.: 8 (845-2) 92-30-48).

Spirin Vladimir Fedorovich – MD, professor, Director of Federal Budget Institution of Science “Saratov Scientific Research Institute of Agricultural Hygiene” of Rospotrebnadzor (e-mail: iisg@rospotrebnadzor.ru; tel.: (845-2) 92-78-90).

Rakhimov Rustem Bakhrumovich – Acting junior research assistant of occupational medicine department of Federal Budget Institution of Science “Saratov Scientific Research Institute of Agricultural Hygiene” of Rospotrebnadzor (e-mail: iisg@rospotrebnadzor.ru; tel.: (845-2) 92-78-90).