

УДК 579.64:636:613.155:613.6

Масягутова Л.М., Бакиров А.Б.

### СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ГИГИЕНИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА В УСЛОВИЯХ ОБСЕМЕНЕННОСТИ ВОЗДУХА РАБОЧЕЙ ЗОНЫ УСЛОВНО-ПАТОГЕННЫМИ МИКРООРГАНИЗМАМИ

ФБУН «Уфимский научно-исследовательский институт медицины труда и экологии человека», ул. Степана Кувыкина, 94, Уфа, Республика Башкортостан, РФ, 450106

Представлена научная идея о необходимости и возможности классификации условий труда по уровню нагрузки условно-патогенными микроорганизмами, что в совокупности обогащает отечественную научную концепцию гигиенической классификации условий труда по показателям вредности и опасности. Разработан алгоритм итоговой оценки условий труда на рабочем месте, основанный на комплексном учете уровня воздействия факторов рабочей среды и трудового процесса в совокупности с суммарной микробной нагрузкой условно-патогенными микроорганизмами.

**Ключевые слова:** условия труда; сапрофитные микроорганизмы в воздухе рабочей зоны; микробиологический риск

Masyagutova L.M., Bakirov A.B. **Improvement of hygienic monitoring system in workplace contaminated with opportunistic pathogenic bacteria.** Ufa Research Institute of Occupational Health and Human Ecology, 94, Stepana Kuvykina str., Ufa, Republic of Bashkortostan, Russian Federation, 450106

The authors presented a scientific idea on necessity and possibility of work conditions classification by level of contamination with opportunistic pathogenetic bacteria — that enriches national scientific concept of hygienic classification of work conditions by hazard and jeopardy levels. There is an algorithm of total evaluation of work conditions at workplace, based on complex account of exposure to factors of working environment and process in totality with overall load of opportunistic pathogenic bacteria.

**Key words:** work conditions; saprophytic bacteria in air of workplace; microbiologic risk

В настоящее время в России сапрофитные микроорганизмы в воздухе рабочей зоны рассматриваются как самостоятельный вредный биологический фактор рабочей среды. Действующими нормативными правовыми актами вне зависимости от количества микроорганизмов в воздушной среде регламентируется отнесение условий труда к классу 3.1, исходя из их классификации по степени патогенности: контакт в процессе трудовой деятельности с I группой патогенности (возбудителями особо опасных инфекций) соответствует 4 (опасному) классу условий труда; присутствие на рабочем месте микроорганизмов II группы патогенности (возбудителей высококонтагиозных эпидемических заболеваний человека) — классу 3.3; III группа патогенности (возбудители инфекционных болезней, выделяемые в самостоятельные нозологические группы) — классу 3.2; IV группа патогенности (условно-патогенные микроорганизмы или возбудители оппортунистических инфекций) — классу 3.1<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Приказ Минтруда России №33н от 24 января 2014 г. «Об утверждении Методики проведения специальной оценки условий труда. Электронный ресурс: <http://www.rosmintrud.ru/docs/mintrud/orders/170>

При этом не предусматривается количественная оценка микробиологического фактора, и, возможно, именно поэтому в отечественной литературе практически нет работ, указывающих на необходимость количественной оценки микробиологического фактора.

Хотя в большинстве развитых стран мира не используется концепция классификации (ранжирования) условий труда в зависимости от уровня воздействия тех или иных производственных факторов, зарубежные исследователи отмечают острую потребность в проведении рандомизированных исследований для оценки рисков заболеваний, связанных с работой [6]. По их мнению, лишь междисциплинарная кооперация позволит привлечь дополнительные ресурсы по профилактике и безопасности на рабочем месте.

Проведенные ранее исследования свидетельствуют о том, что различия в микробной нагрузке могут достигать нескольких порядков [1]. Предполагается, что столь заметные количественные изменения не могут не повлечь за собой качественно иное воздействие на организм работников.

**Цель исследования** — количественная оценка микробиологического фактора производственной среды

Таблица 1

**Распространенность болезней органов дыхания по данным ПМО среди работников агропромышленного комплекса в зависимости от степени микробного обсеменения воздуха рабочей зоны**

Показатель	Работники помещений с содержанием условно патогенных микроорганизмов, КОЕ/м <sup>3</sup>				Группа сравнения
	<1000	1000–2449	2500–4999	>5000	
Число работников (n)	616	641	405	298	619
Распространенность БОД, мат. ожидание (М), на 100 осмотренных	12,1±1,3	16,1±1,45*	21,2±2,0*	28,5±2,6*	8,4±1,1**
95%-ный доверительный интервал	9,5–14,7	13,3–18,9	17,2–25,2	23,4–33,6	6,2–10,6
Среднее количество условно-патогенных микроорганизмов, КОЕ/м <sup>3</sup>	735±13,0	1700±56,9*	2600±57,8*	4600±54,9*	465±18,6**
95%-ный доверительный интервал	709,5–760,5	1588,5–1811,5	2486,7–2713,3	4492,4–4707,6	429,7–500,3

Примечание. В каждой последующей группе показатель достоверно отличается от предыдущей группы, от 1 группы и от группы сравнения: \* —  $p \leq 0,05$ ; \*\* —  $p \leq 0,01$

с обоснованием критериев и показателей профессионального риска по величине суммарной микробной нагрузки условно-патогенными микроорганизмами.

**Материалы и методы.** Исследования проведены на примере предприятий животноводства Республики Башкортостан по разведению лошадей и производству кумыса («Уфимский конезавод №119», конно-спортивный ГУП «Ипподром Акбузат»), крупного рогатого скота (комплекс ГУСП, совхоз «Алексеевский»), промышленного свиноводства (ГУСП Совхоз Рощинский), сельскохозяйственной птицы (ОАО «Турбаслинский бройлер», ГУП «Племптице завод Благоварский», птицефабрика «Уфимская»).

Гигиеническая оценка условий труда проведена на основе анализа собственных многолетних исследований, а также данных аккредитованных лабораторий, проводивших аттестацию рабочих мест на изученных предприятиях, и санитарно-гигиенических характеристик, подготовленных специалистами Роспотребнадзора (в случаях установления связи заболевания с профессией). Изучение влияния условий труда на работников различных животноводческих производств выполнено в соответствии с действующими нормативно-методическими документами<sup>2</sup>.

Применительно к поставленным задачам исследования, проведен анализ микробиологической обсемененности воздуха рабочей зоны с определением введенного количественного показателя — общего микробного числа (ОМЧ). Отбор проб для микробиологической характеристики воздуха рабочей зоны на предприятиях агропромышленного комплекса осуществлялся в первой половине дня. Точки забора проб воздуха определены по принципу «конверта»: 4 точки по углам и точка в центре помещения на высоте 1,5 м. Для забора воздуха использован прибор «Флора-100М». Первичный посев проб клинического материала осуществлен количественными и качественными методами на питательные среды: 5%-ный кровяной агар, желточно-солевой агар (ЖСА), Сабуро, Эндо, тиогликолевую среду.

<sup>2</sup> Электронный ресурс:

<http://docs.cntd.ru/document/499067392>

Идентификация выделенных чистых культур осуществлялась общепринятыми методами с использованием современных тест-систем [3].

По результатам пилотных исследований запатентован «Способ прогнозирования развития болезней органов дыхания у лиц, подвергающихся воздействию биологического фактора» (патент России № 2500353) [5].

В дальнейшем проведен дифференцированный анализ функциональных нарушений на примере работников животноводческих комплексов различных профессиональных групп с учетом степени обсемененности воздуха рабочей зоны условно патогенными микроорганизмами.

**Результаты и их обсуждение.** В качестве модели для обоснования класса условий труда по содержанию в воздухе рабочей зоны условно-патогенных микроорганизмов (возбудителей оппортунистических инфекций) и оценки влияния уровня микробной обсемененности на здоровье работников была использована модель оценки степени производственной обусловленности общих неинфекционных заболеваний [2].

Анализ выполнен на примере болезней органов дыхания, распространенность которых в когорте сельскохозяйственных работников (1960 человек) по данным углубленного осмотра варьировалась от 12,1 до 28,5 на 100 осмотренных и в среднем составляла 17,5 на 100 осмотренных.

Группу сравнения составил вспомогательный персонал изученных предприятий (n=619), где распространенность болезней органов дыхания составляла 8,4 на 100 осмотренных.

Проведенный анализ продемонстрировал, что между уровнем обсемененности воздуха рабочей зоны условно патогенными микроорганизмами и распространенностью болезней органов дыхания существует прямая корреляционная связь высокой силы ( $r=0,8$ ;  $p \leq 0,05$ ).

В каждой последующей группе прирост показателя распространенности болезней органов дыхания по сравнению с предшествующей группой возраста-

ет на 20,0–35,0%, а увеличение распространенности патологии этой группы по сравнению с работниками, не контактирующими в процессе труда с сапрофитными микроорганизмами, близко к ранговому ряду 1,0:1,5:2,0:2,5:3,0.

При этом во всех случаях между показателями распространенности болезней органов дыхания в предшествующей и последующей группах выявлены статистически значимые различия (табл. 1).

Полученные ранговые ряды по своей количественной характеристике близки к ранговой последовательности, предложенной в Руководстве Р 2.2.1766–03, причем последовательному увеличению показателей относительного риска соответствуют возрастающие степени производственной обусловленности от малой до почти полной [4].

Для прогнозирования развития болезней органов дыхания введен показатель микробиологического риска (MR), который рассчитан как отношение общего микробного числа в воздухе рабочей зоны работников, подвергающихся воздействию микроорганизмов IV группы патогенности (ОМЧ<sub>1</sub>), к общему микробному числу в воздухе рабочей зоны работников того же предприятия, не подвергающихся воздействию биологического фактора (ОМЧ<sub>0</sub>).  $MR = \text{ОМЧ}_1 / \text{ОМЧ}_0$

Уровень микробиологического риска оценен по шкале как количественно (от 1 до 10), так и качественно, от малого до очень высокого (табл. 2).

Учитывая полученные корреляционные зависимости между степенью микробной обсемененности воздуха рабочей зоны и распространенностью болезней органов дыхания, возможно рекомендовать для биологического фактора «IV группа — условно-патогенные микроорганизмы (возбудители оппортунистических инфекций)» количественную оценку с использованием в качестве единицы измерения числа условно-патогенных микроорганизмов или ОМЧ (табл. 3).

Это позволило в дальнейшем дифференцированно подойти к анализу функциональных нарушений, выявленных у работников животноводческих комплексов различных профессиональных групп, с учетом степени обсемененности воздуха рабочей зоны условно патогенными микроорганизмами (табл. 4).

Следует отметить, что выделенные по величине ОМЧ профессиональные группы значительно различались не только по показателю общей обсемененности воздушной среды, но и по содержанию отдельных групп микроорганизмов (табл. 5).

Таблица 2

### Классификация микробиологического риска

Общее микробное число, КОЕ/м <sup>3</sup>	Микробиологический риск	Уровень риска
<1000	≥1,9	Малый
1000–2499	2,0–4,9	Средний
2500–4900	5,0–6,9	Высокий
>5000	> 6,9	Очень высокий

Таблица 3

### Классификация условий труда по содержанию в воздухе рабочей зоны условно-патогенных микробов (возбудителей оппортунистических инфекций)

Показатель	Класс условий труда при содержании в воздухе рабочей зоны микроорганизмов IV группы патогенности				
	1	2	3.1	3.2	3.3
Величина ОМЧ, КОЕ/м <sup>3</sup>	≤500	501–1000	1001–2449	2500–4999	≥ 5000

Таблица 4

### Содержание микроорганизмов в воздухе рабочей зоны и классы условий труда работников обследованных предприятий по биологическому фактору

Микробиологический риск	Число отобранных проб	Средняя величина ОМЧ в воздухе рабочей зоны, КОЕ/м <sup>3</sup>	Виды деятельности, структурные подразделения, профессиональные группы	Класс условий труда по биологическому фактору
MR малый	250	735,0±13,0	Работники предприятий по разведению лошадей	2
MR средний	255	1700,0±56,9*	Работники предприятий по разведению крупного рогатого скота	3.1
MR высокий	290	2600,0±57,8*	Работники предприятий по разведению свиней	3.2
MR очень высокий	300	5300,0±54,9*	Работники предприятий по разведению сельскохозяйственной птицы	3.3

Примечание. Различия с 1 группой, а также с предшествующей группой статистически достоверны: \* —  $p \leq 0,01$ .

Таблица 5

## Микрофлора воздуха рабочей зоны в помещениях предприятий животноводческого комплекса

Микробиологический риск	Состав микрофлоры, КОЕ/м <sup>3</sup>					
	Стафилококк	Стрептококк	Дрожжеподобные грибы	Плесневые грибы	Условно-патогенные энтеробактерии	Неферментирующие энтеробактерии
MR малый	585±57	164±23	2±1	–	2±1	–
MR средний	320±24	950±129,2*	10±4**	4±1	10±3*	–
MR высокий	400±27	1550±243*	10±1*	10±3	12±3*	10±3
MR очень высокий	1100±114*	2150±429*	25±3*	4±2	48±7*	35±2

Примечание. Различия с 1 группой, а также с предшествующей группой статистически достоверны: \* —  $p \leq 0,01$ .

Таким образом, проведенная комплексная гигиеническая оценка условий труда работников различных животноводческих производств продемонстрировала, что используемые в них технологии не обеспечивают безопасных условий труда как в отношении традиционных факторов рабочей среды и трудового процесса, учитываемых Р 2.2.2006–05, так и по результатам количественной оценки микробиологического фактора.

Очевидно, что в реальных условиях имеет место сочетанное воздействие на организм работников обеих групп факторов, что позволяет использовать общепринятый подход к итоговой оценке условий труда в изученных животноводческих производствах. В этом случае итоговая оценка условий труда для работников, занятых разведением лошадей и крупного рогатого скота, остается на уровне класса 3.2,

тогда как для работников свиноводства и птицеводства итоговая оценка увеличивается еще на одну ступень и достигает классов условий труда 3.3 и 3.4 соответственно.

Таким образом, результаты комплексного микробиологического обследования изученных производств показали, что наименьшему микробиологическому риску подвергаются работники предприятий по разведению лошадей, у которых средняя величина ОМЧ в воздухе рабочей зоны составляет  $735,0 \pm 13,0$  КОЕ/м<sup>3</sup>, что было расценено как допустимые условия труда (класс 2). Средняя величина ОМЧ в воздухе рабочей зоны работников предприятий по разведению крупного рогатого скота находится в пределах  $1700,0 \pm 56,9$  КОЕ/м<sup>3</sup>, что позволило охарактеризовать их как вредные условия труда первой степени (класс 3.1).

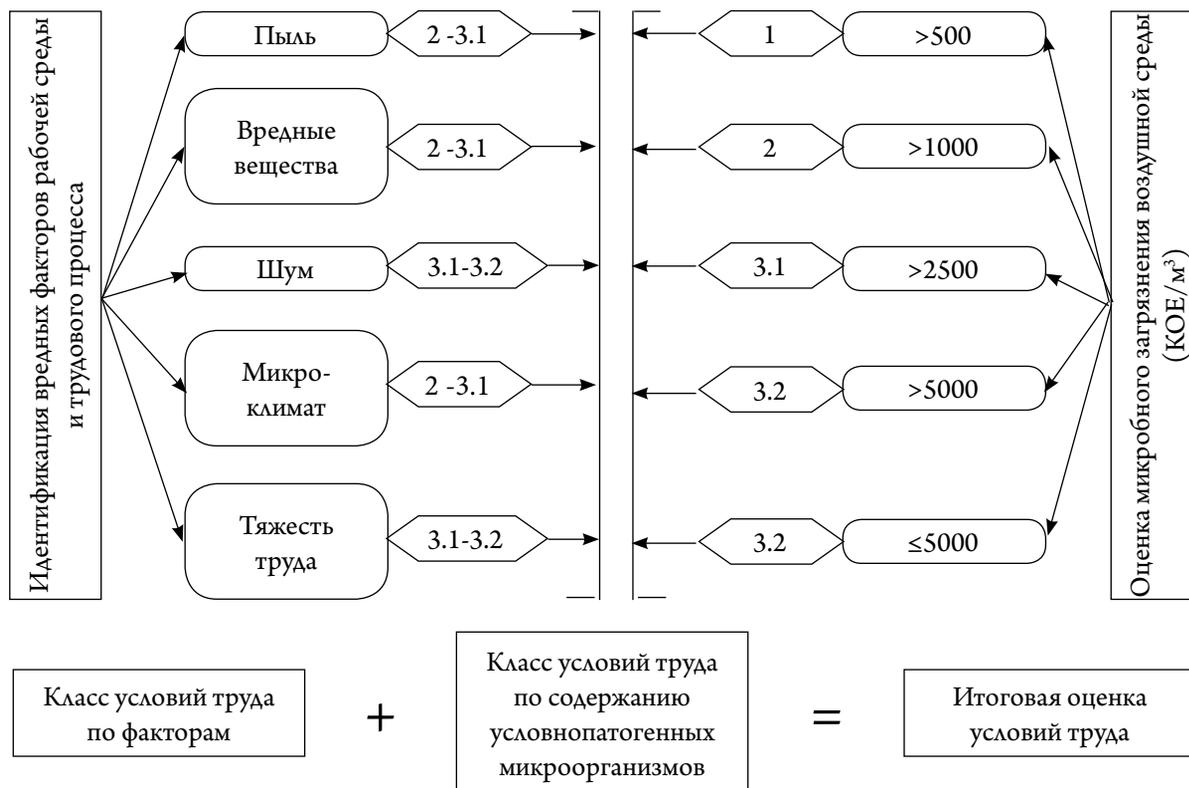


Рис. Алгоритм оценки условий труда на рабочих местах с загрязнением воздушной среды условно-патогенными микроорганизмами

У работников предприятий по разведению свиней условия труда по степени воздействия микробиологического фактора соответствуют классу 3.2 ( $2600,0 \pm 57,8$  КОЕ/м<sup>3</sup>), а у птицеводов — классу 3.3 ( $5300,0 \pm 54,9$  КОЕ/м<sup>3</sup>).

При этом выделенные по величине ОМЧ профессиональные группы значительно различались не только по показателю общей обсемененности воздушной среды, но и по содержанию отдельных групп микроорганизмов: с увеличением микробиологического риска в составе микробного пейзажа нарастал удельный вес условно патогенных микроорганизмов (рис.).

#### Выводы:

1. Итоговая общая оценка условий труда с учетом микробиологического фактора осталась неизменной (на уровне класса 3.2) только у работников, занятых разведением лошадей и крупного рогатого скота, поскольку микробиологический риск у первых из них оказался малым, а у вторых — средним, что не повлияло на суммарную итоговую оценку.

2. У работников промышленного свиноводства уровень воздействия микробиологического фактора был оценен как соответствующий классу 3.2, что вместе с классом 3.2 по остальным вредным факторам рабочей среды и трудового процесса дало итоговую оценку 3.3.

3. У работников по разведению сельскохозяйственной птицы итоговая оценка достигла параметров класса 3.4, поскольку исходная оценка по вредным факторам уже была 3.3 и микробиологический фактор также был оценен на уровне класса 3.3.

4. Полученные результаты позволили разработать алгоритм оценки условий труда на рабочих местах с микробным загрязнением воздушной среды, который включает комплексную гигиеническую оценку условий труда по показателям факторов рабочей среды и трудового процесса и оценку степени микробиологического загрязнения воздуха рабочей зоны возбудителями оппортунистических инфекций.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ (см. REFERENCES п. 6.)

1. Влияние микробной обсемененности воздуха на состояние слизистой оболочки носа и зева у работниц птицеводческой отрасли / Л. М. Масыгутова, А. Б. Бакиров, Г. А. Янбухтина, А. И. Слепцова // Общественное здоровье и здравоохранение. — 2011. — № 4. — С. 37–42.

2. Методика расчета индивидуального профессионального риска в зависимости от условий труда и состояния здоровья работников / Н.Ф. Измеров, Л.В. Прокопенко, Н.И. Симонова [и др.] // Актуальные проблемы медицины труда: сб. тр. / под ред. Н.Ф. Измерова. — М.: Реинфор, 2010. — С. 132–162.

3. Об унификации микробиологических (бактериологических) методов исследования, применяемых в клинко-ди-

агностических лабораториях лечебно-профилактических учреждений: приказ Минздрава СССР от 22.04.1985 г. №535 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://base.garant.ru/4171962/>.

4. Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно — методические основы, принципы и критерии оценки. Р 2.2.1766–03. — М., 2004. — 23 с.

5. Способ прогнозирования развития болезней органов дыхания у лиц, подвергающихся воздействию биологического фактора: пат. 2500353 РФ / Бакиров А.Б., Масыгутова Л.М., Бадамшина Г.Г. — № 2011152688/14; заявл. 10.12.2011; опубл. 27.06.2013, Бюлл. № 18.

#### REFERENCES

1. L.M. Masyagutova, A.B. Bakirov, G.A. Yanbukhtina, A.I. Sleptsova. Influence of microbial contamination on mucosal state of nose and throat in female poultry workers // *Obshchestvennoe zdorov'e i zdravookhranenie*. — 2011. — 4. — P. 37–42 (in Russian).

2. N.F. Izmerov, L.V. Prokopenko, N.I. Simonova. Method to assess individual occupational risk in dependence on work conditions and workers' health state. In: N.F. Izmerov, ed. *Topical problems of occupational medicine: collected articles*. — Moscow: Reinfor, 2010. — P. 132–162 (in Russian).

3. On unification of microbiologic (bacteriologic) studies used in clinical laboratories of medical institutions: order of USSR Health Ministry on 22/04/1985 №535 (electronic source) <http://base.garant.ru/4171962/> (in Russian).

4. Manual on evaluating occupational risk for workers' health. Organizational methodic basis, principles and evaluation criteria. R 2.2.1766–03. — Moscow, 2004. — 23 p (in Russian).

5. Bakirov A.B., Masyagutova L.M., Badamshina G.G. Method to forecast development of respiratory diseases in individuals subjected to biologic factor. Paten RF №2500353 №2011152688/14; report on 10.12.2011; published on 27.06.2013, Bul №18 (in Russian).

6. Mackiewicz B. Relationship between concentrations of microbiological agents in the air of agricultural settings and occurrence of work-related symptoms in exposed persons / B. Mackiewicz, C. Skórska, J. Dutkiewicz // *Ann. Agric. Environ. Med.* — 2015. — Vol. 22. — P. 473–77.

Поступила 08.11.2017

#### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Масыгутова Ляйля Марселевна (Masyagutova L.M.), зав. отд. лаб. мет. иссл. ФБУН «Уфимский НИИ Медицины труда и экологии человека», д-р мед. наук. E-mail: [Kdl.ufa@rambler.ru](mailto:Kdl.ufa@rambler.ru).

Бакиров Ахат Бареевич (Bakirov A.B.), дир. ФБУН «Уфимский НИИ Медицины труда и экологии человека», д-р мед. наук, проф., акад. Академии наук Республики Башкортостан. E-mail: [bakirov@anrb.ru](mailto:bakirov@anrb.ru).