

**Баличиева Д.В.**

## **Медико-биологические критерии неблагоприятного действия физических факторов на репродуктивную систему**

*Баличиева Деляра Велиевна, доктор биологических наук,  
профессор кафедры биологии, экологии и БЖД*

*РВУЗ „Крымский инженерно-педагогический университет”, г. Симферополь, Крым*

**Аннотация.** В данной работе дается анализ биологических критериев неблагоприятного действия вибрации на репродуктивную систему мужского и женского организмов. Проведен комплекс гигиенических, социологических, клинических и экспериментальных исследований. Дана гигиеническая оценка условий труда рабочих виброопасных профессий по комплексной оценке трудовой деятельности с учётом всех факторов производственной среды. Рассчитан интегральный показатель комплексной оценки факторов производственной в виде статистического балла степени вредности каждого фактора ( $B+Sn$ ), а сумма баллов по всем факторам характеризовала степень профессионального риска каждой профессиональной группы. Корреляционно-регрессионный анализ заболеваемости с ВУТ в зависимости от степени вредности комплекса факторов производства позволил получить ряд коэффициентов биологической активности. Так величина прироста заболеваемости на 1 балл степени вредности (интегральный показатель степени вредности всех факторов) по показателям болевших лиц у женщин выше, чем у мужчин в 4,5 раза, по случаям заболевания – 4,3 раза, по дням нетрудоспособности – 2,2 раза и по потерям дней нетрудоспособности в 2,1 раза. При этом биологический эквивалент женского пола как фактора риска оценивается от 2 до 5 баллов степени вредности. Установлено, что влияние вибрации рабочих мест на репродуктивную функцию опосредуется как через женский так и мужской организм. Критериями негативного фактора на женский организм является частота нарушений менструальной функции, самопроизвольных выкидышей, мертворождений, отклонения в антропометрических показателях новорождённых, заболевания детей в раннем возрасте; мужской организм – угнетение половой функции, достоверное увеличение частоты самопроизвольных выкидышей у их жён, не имевших контактов с вибрацией. Установлен аддитивный эффект по показателям частоты самопроизвольных выкидышей, мертворождений в случаях когда оба супруга работают в условиях воздействия вибрации. Вместе с тем виброопасная профессия супруга почти также сказывается как и его вредные привычки: курение и злоупотребление алкоголем. Всё это позволило рассчитать коэффициенты биологической эффективности вибрации при воздействии на репродуктивную функцию рабочих. Так, виброопасная профессия супругов повышает риск для потомства по показателям массы новорождённого, частоте мертворождений, младенческой смертности до 4 раз, а также при сочетании с вредными привычками (курение, употребление алкоголя) до 8 раз.

**Ключевые слова:** физические факторы, вибрация, виброопасная профессия, физиолого-гигиеническая паспортизация, ВУТ (временная утрата трудоспособности), репродуктивная система, функция, эмбриогенез, биологические критерии, интегральный показатель, вероятность, перемножение вероятностей, аддитивный эффект, самопроизвольные выкидыши, мертворождение, экономический ущерб, корреляция, регрессия

**Постановка проблемы.** Не затрагивая всей сложности и противоречивости проблем, возникающих в связи с технической революции в промышленности, следует лишь подчеркнуть неуклонный рост контингента лиц, непосредственно подвергающихся неблагоприятному воздействию таких производственных физических факторов, как вибрация, шум и др. [1, 2].

В настоящее время доказано, что реакции целостного организма на самые разнообразные физические раздражители, в значительной мере универсальны и стереотипны. Неблагоприятные эффекты вибрации на организм человека характеризуются локальным действием на ткани и заложены в них многочисленные экстеро- и интерорецепторы (прямой микротравмирующий эффект), а также опосредованно через центральную нервную систему на различные органы и системы [3, 4].

**Цель исследований.** Анализ биологических критериев неблагоприятного действия вибрации на репродуктивную систему мужского и женского организмов.

**Методы и объем исследований.** В процессе проведения анализа оценивались условия труда операторов самоходных машин (машинист экскаватора, оператор бульдозера, оператор бурового станка) и вышивальщиц тамбурного цехов. Возраст обследованных колебался в пределах  $36,5 \pm 0,7$  –  $42,5 \pm 0,9$ , стаж в профессии:  $13,9 \pm 0,4$  –  $17,0 \pm 0,9$  лет.

Фактическое состояние условий труда оценивалось по физиолого-гигиенической паспортизации профес-

сий и аттестации рабочих мест. Применена балльная оценка.

При подсчете баллов и оценке влияния изучаемого фактора на состояние организма учитывали уровень фактора, продолжительность его действия в течение рабочей смены. Баллы, установленные по степени вредности факторов, корректировали по формуле:

$$X_{\text{факт}} = X_{\text{ст}} \times T$$

где  $X_{\text{ст}}$  – степень вредности фактора, установленная по гигиенической классификации труда;  $T$  – отношение фактического времени действия данного фактора (по результатам хронометражных наблюдений) к общему времени рабочей смены. Если время действия фактора составляет 50% рабочей смены, то  $T=1$ .

Для комплексной оценки неблагоприятных эффектов действия вибрации рабочих мест, выявления степени переносимости доминантного фактора, характера состояния физиологических систем, адекватных воздействию вибрации, установления нарушений репродуктивной функции мужчин и женщин, выявления особенностей осложнения течения, беременности, родов и послеродового периода, здоровье и развитие ребенка проведены социологические исследования. Анкетированием (по разработанным специализированным опросникам) охвачены 923 человека, в том числе 532 мужчин и 391 женщина, работающих в условиях воздействия вибрации различных категорий.

Анализ заболеваемости проводили по дням временной утраты трудоспособности (ВУТ).

Интегральный показатель комплексной оценки факторов производственной среды определяли с помощью статистического балла степени вредности каждого фактора по формуле  $\bar{B} \pm S_n$  где:  $\bar{B}$  – средне-арифметическое значение показателя;  $S_n$  – средне-квадратическое отклонение.

Для статистической обработки полученных данных использовали пакет статистических программ «Statistica 6.0». Используя критерий Колмогорова-Смирнова, оценивали соответствие распределений нормальному закону. Достоверность различий оценивали с помощью t-критерия Стьюдента.

**Изложение основного материала.** Проведен комплекс гигиенических, социологических, клинических и экспериментальных исследований.

Гигиеническая оценка условий труда рабочих виброопасных профессий основывалась на комплексной оценке трудовой деятельности с учётом всех факторов производственной среды. Рассчитан интегральный показатель комплексной оценки факторов производственной в виде статистического балла степени вредности каждого фактора  $\bar{B} \pm S_n$ , а сумма баллов по всем факторам характеризовала степень профессионального риска каждой профессиональной группы [5, 6].

Для предотвращения и прогнозирования социально-экономического ущерба, как показали проведённые исследования, учитывалось формирование общей заболеваемости с ВУТ и зависимость её от факторов производственной среды. Корреляционно-регрессионный анализ заболеваемости с ВУТ в зависимости от степени вредности комплекса факторов производства позволил получить ряд коэффициентов биологической активности. Так величина прироста заболеваемости на 1 балл степени вредности (интегральный показатель степени вредности всех факторов) по показателям болевших лиц у женщин выше, чем у мужчин в 4,5 раза, по случаям заболевания – 4,3 раза, по дням нетрудоспособности – 2,2 раза и по потерям дней нетрудоспособности в 2,1 раза. При этом биологический эквивалент женского пола как фактора риска оценивается от 2 до 5 баллов степени вредности. Установлена величина прироста заболеваемости по дням нетрудоспособности на 1дБ скорректированного уровня вибрации у мужчин на 12,17, у женщин 36,3. Эти данные говорят о большой чувствительности женщин (в 2,8 раз) к неблагоприятным условиям труда и к вибрационному воздействию.

Количественный анализ изменений этих показателей в сопоставлении с уровнями вибрации свидетельствуют о том, что различия в уровнях вибрации, вызывающих одинаковые сдвиги (по показателям заболеваемости), составляют 8,4 дБ.

Исследования показали, что репродуктивная система чувствительна и адекватно реагирует на неблагоприятное действие общей вибрации.

Установлено, что влияние вибрации рабочих мест на репродуктивную функцию опосредуется как через женский так и мужской организм. Критериями негативного фактора на женский организм является частота нарушений менструальной функции, самопроизвольных выкидышей, мертворождений, отклонения в антропометрических показателях новорождённых, заболевания детей в раннем возрасте; мужской организм – угнетение половой функции, достоверное увеличение частоты самопроизвольных выкидышей у их жён, не имевших контактов с вибрацией.

Установлен аддитивный эффект по показателям частоты самопроизвольных выкидышей, мертворождений в случаях когда оба супруга работают в условиях воздействия вибрации. Вместе с тем виброопасная профессия супруга почти также сказывается как и его вредные привычки: курение и употребление алкоголя. Всё это позволило рассчитать коэффициенты биологической эффективности вибрации при воздействии на репродуктивную функцию рабочих (табл.1.). Так, виброопасная профессия супругов повышает риск для потомства по показателям массы новорождённого, частоте мертворождений, младенческой смертности до 4 раз, а также при сочетании с вредными привычками (курение, употребление алкоголя) до 8 раз.

Анализ экспериментальных данных по изучению влияния вибрации на сперматогенез, оогенез и эмбриогенез, а также на развитие потомства позволил рассчитать ряд коэффициентов биологической эффективности вибрации на репродуктивную функцию животных (табл. 2.).

Установлено, что критерием неблагоприятного воздействия общей синусоидальной вертикальной вибрации для самок является период дробления оплодотворённой яйцеклетки и васкуляризация плаценты, а для самцов – пролиферирующие сперматогонии, сперматоциты и ранние сперматиды, обуславливающие резкое увеличение антифертильного эффекта сперматозоидов.

**Таблица 1.** Коэффициенты биологической эффективности вибрации при воздействии на репродуктивную функцию рабочих

Показатели (относительно контроля)	Значение коэффициентов		
	мужчин	женщин	раз
Величина прироста заболеваемости с ВУТ на 1 балл степени вредности (интегральный показатель степени вредности всех факторов):			
- по болевшим лицам	1,23	5,61	4,5
- по случаям заболевания	2,70	11,69	4,3
- по дням нетрудоспособности	37,46	81,32	2,2
- по потерям дней нетрудоспособности	0,11	0,22	2,1
Биологический эквивалент женского пола, как фактора риска, в баллах степени вредности		2-5	
Величина прироста заболеваемости с ВУТ на 1дБ скорректированного уровня вибрации:			
- по дням нетрудоспособности	12,67	36,3	2,8
Виброопасная профессия супругов повышает риск для потомства (по показателям: малая масса новорождённого, частота мертворождений, младенческая смертность до года) в раз по абсолютным величинам риска		4,0	
То же в сочетании с вредными привычками (курение, употребление алкоголя), раз		8,0	

**Таблица 2.** Коэффициенты биологической эффективности вибрации при воздействии на репродуктивную функцию экспериментальных животных

Показатели относительно контроля	Значение коэффициентов		
	самцы	самки	Перемножение вероятностей
Цикличность половой функции (в разгах)			
- ритмичность (удлинение его продолжительности)		1,3+2,4	
- увеличение периода покоя (фаз диэструс и метаэструс)		2,0+3,8	
- сокращение количества циклов в месяц		2,4	
Гибель эмбрионов (выше в разгах):			
- общая	3,5	4,8	
- до имплантации (фаз диэструс и метаэструс)	7,3	7,1	
- сокращение количества циклов в месяц	1,3	3,4	
Вероятность выживаемости эмбрионов (ниже по абсолютным величинам вероятностей):			
- общая	0,75	0,29	0,21
- до имплантации	0,32	0,21	0,07
- после имплантации	0,14	0,14	0,02
Вероятность рождения и выживаемости потомства (ниже по абсолютным величинам вероятности):			
Чувствительность к вибрации (выше в разгах)			
При перемножении вероятностей (в разгах):			
- вероятность рождения потомства	0,6	0,29	5,5
- вероятность выживаемости потомства	1,7	3,5	14,3

В таблице 2 представлен ряд коэффициентов биологической эффективности вибрации ярко демонстрирующих большую чувствительность самок к её воздействию по показателям общей и после имплантационной гибели эмбрионов. Отмечена более низкая выживаемость эмбрионов, особенно по показателям общей и доимплантационной их гибели, а также вероятностей рождения и выживаемости потомства. Получены интересные данные, в подтверждение социологических исследований, по снижению вероятностей рождения и выживаемости потомства в 5,5 и 14,3 раз при аддитивности эффекта вибровоздействия на родителей.

Анализ биологических эффектов вибрации, по специфическим и интегральным показателям, позволил установить порог вредного действия вибрации, на уровне 83 дБ (по ускорению  $0,01\text{м/с}^2$ ), на репродуктивную, нервную и эндокринную системы, что даёт возможность обоснованно судить о тех уровнях фактора, которые оградят женщин (их потомство) от неблагоприятного влияния вибрации в производстве. Материалы могут быть использованы при пересмотре ПДУ для технологических вибраций.

Таким образом, комплексное исследование условий труда и изучение влияния их на организм рабочих, позволил установить качественно-количественные соотношения вклада вибрации и сопутствующих факторов (шум, локальная вибрация, неблагоприятный микроклимат, загрязнения воздушной среды, физические и нервные нагрузки и др.) в формирование заболеваемости с ВУТ, нарушения в специфических функциях мужского и женского организма.

**Выводы.** Воздействие вибрации рабочих мест на репродуктивную систему опосредуется как через женский, так и мужской организм.

Установлен аддитивный эффект по показателям частоты самопроизвольных выкидышей, мертворождений в случаях когда оба супруга работают в условиях воздействия вибрации.

Виброопасная профессия супругов повышает риск для потомства по показателям массы новорожденного, частоте мертворождений, младенческой смертности до 4 раз, а при сочетании с вредными привычками (курение, злоупотребление алкоголем) до 8 раз.

#### ЛИТЕРАТУРА (REFERENCES TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

1. Суворов Г.А. Гигиеническое нормирование общей вибрации (Г.А.Суворов). - Гигиена труда и профессиональные заболевания, 1984.- №10 – С.9-13.  
*Suvorov G.A. Hygienical setting of norms of general vibration [Gigienicheskoe normirovanie obshhej vibratsii (G.A.Suvorov)]. - Gigiena truda i professional'nye zabolevaniya, 1984.- №10 – S.9-13.*
2. Баличиева Д.В. Сравнительная биологическая оценка вибрационно-шумового воздействия в зависимости от дозы вибрации в эксперименте ( Д.В. Баличиева, Э.И. Денисов).- Медицинский журнал Узбекистана, 1979 ,№12, С 50-53  
*Balichieva D.V. Comparative biological estimation of noise-vibrating influence depending on the dose of vibration in an experiment [Sravnitel'naya biologicheskaya otsenka vibratsionno-shumovogo vozdejstviya v zavisimosti ot dozy vibratsii v ehksperimente ( D.V.Balichieva, E.H.I.Denisov)].- Meditsinskij zhurnal Uzbekistana, 1979 ,№12, S 50-53*
3. Баличиева Д.В. К эмбриотропному действию общей вибрации (Д.В. Баличиева).- Ученые записки Крымского инженер-

но-педагогического университета. Выпуск 5, 2004.- (Симферополь: НИЦ КИПУ).- С.64-68.

*Balichieva D.V. To the embryotrophical action of general vibration [K ehmbriotropnomu dejstviyu obshhej vibratsii (D.V. Balichieva).]- Uchenye zapiski Krymskogo inzhenerno-pedagogicheskogo universiteta. Vypusk 5, 2004.- (Simferopol': NITS. KIPU).- S.64-68.*

4. Баличиева Д.В. Возможные механизмы формирования нарушения репродуктивной функции экспериментальных животных при вибрационном воздействии и их экстраполяция на человека (Д.В. Баличиева) Ученые записки Крымского инженерно-педагогического университета. Выпуск 9 ,2007.- (Симферополь: НИЦ.КИПУ).- С.17-22

*Balichieva D.V. The possible mechanisms of forming of violation of genital function of experimental animals at oscillation influence and their extrapolation on a man [Vozmozhnye mekhanizmy formirovaniya narusheniya reprduktivnoj funktsii ehksperimental'nykh zhivotnykh pri vibratsionnom vozdejstvii i ikh ehkstrapolyatsiya na cheloveka] (D.V. Balichieva) Uchenye*

zapiski Krymskogo inzhenerno-pedagogicheskogo universiteta. Vypusk 9, 2007.- (Simferopol': NITS.KIPU).- S.17-22

5. Баличиева Д.В. К механизму биологического действия вибрации на сперматогенез (Д.В. Баличиева).- Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Том. 20(59), №4. Биология, Химия, Симферополь, 2012. *Balichieva D.V. To the mechanism of biological action of vibration on spermatogenesis [K mekhanizmu 'iologicheskogo dejstviya vibratsii na spermatogenez] (D.V.Balichieva).- Uchenye zapiski Tavricheskogo natsional'nogo universiteta im. V.I. Vernadskogo. Tom. 20(59), №4. Biologiya, KHimiya, Simferopol', 2012.*

6. Баличиева Д.В. Медико-биологические критерии неблагоприятного действия общей вибрации на репродуктивную

систему (Д.В. Баличиева, П.В. Шинкаревский).- Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского, Том. 26 (65), №2. Биология, Химия, Симферополь. 2013.

*Balichieva D.V. Medicobiological criteria of unfavorable action of general vibration on the genital system [Mediko-biologicheskie kriterii neblagopriyatnogo dejstviya obshhej vibratsii na reproductivnyuyu sistemu] (D.V.Balichieva, P.V. SHinkarevskij).- Uchenye zapiski Tavricheskogo natsional'nogo universiteta im. V.I. Vernadskogo, Tom. 26 (65), №2. Biologiya, KHimiya, Simferopol'. 2013.*

#### **Balichieva D.V. Medicobiological criteria of unfavorable action of physical factors on the genital system**

**Abstract.** The analysis of biological criteria of unfavorable action of vibration on the genital system of masculine and female organisms is given in this work. The complex of hygienically, sociological, clinical and experimental researches is conducted in the article. The hygienical estimation of terms of labour of workings vibrodangerous professions is given by complex estimation of labour activity taking into account all factors of production environment. The integral index of complex estimation of factors of production as a statistical mark of degree harmfulness of every factor ( $V+sn$ ) is expected, and the sum of balls on all factors characterized the degree of occupational take of every professional group.

It is set that influence of vibration of workplaces on a genital function will mediate as both female and masculine organism. The criteria of negative factor on a female organism is frequency of violations of menstrual function, spontaneous abortions, stillborn, rejection in the anthropometric indexes of new-born, diseases of children in early age; a masculine organism is oppressing of sexual function, reliable increase of frequency of spontaneous abortions of their wives, not having contacts with a vibration.

Correlated and regressive analysis of morbidity with temporal loss of ability to work depending on the degree of harmfulness of complex of factors of production allowed to get the row of coefficients of biological activity. So size of increase of morbidity on a 1 mark of degree of harmfulness (integral index of degree of harmfulness of all factors) on the indexes of being ill persons for women higher, than for men in 4,5 time, on the cases of disease is 4,3 time, on the days of disability are 2,2 time and on the losses of days of disability in 2,1 time. Thus biological equivalent of sex of women as a risk factor estimated from 2 to to 5 marks of degree of harmfulness.

An additive effect is set on the indexes of frequency of spontaneous abortions, stillborn in cases when both spouses work in the conditions of influence of vibration. At the same time the vibrodangerous profession of spouse almost also tells as well as his harmful habits: smoking and abuse of alcohol. All of it allowed to expect the coefficients of biological efficiency of vibration at affecting genital function of workers. So, the vibrodangerous profession of the married couples promotes a risk for posterity on the indexes of mass new-born, to frequency of stillborn, to the infantile death rate to 4 times, and also at combination with harmful habits (smoking, use of alcohol) to 8 times.

**Keywords:** physical factors, vibration, a vibrodangerous profession, genital system, biological criteria, integral index, probability, additive effect, spontaneous abortions, stillborn