

На правах рукописи

**КАРСАКОВА
Юлия Евгеньевна**

**ВЛИЯНИЕ ФАКТОРОВ ЛОКАЛЬНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ
НА ПОКАЗАТЕЛИ ФИЗИЧЕСКОГО ЗДОРОВЬЯ
(НА ПРИМЕРЕ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА)**

03.00.16 – экология

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Ярославль - 2006

Работа выполнена на кафедре физиологии человека и животных
Ярославского государственного университета им. П.Г. Демидова

Научный руководитель - доктор биологических наук, профессор
Тятенкова Наталия Николаевна

Официальные оппоненты: доктор биологических наук, профессор
Фатеев Михаил Михайлович
кандидат биологических наук
Ковалева Маргарита Игоревна

Ведущая организация – Российский университет дружбы народов (г. Москва)

Защита диссертации состоится _____ 2006 г. в _____ часов на заседании
диссертационного совета **К 212.002.01** при Ярославском государственном уни-
верситете им. П.Г. Демидова по адресу:

150057, г. Ярославль, проезд Матросова, д. 9.

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке Ярославского госу-
дарственного университета им. П.Г. Демидова по адресу:

150000, г. Ярославль, ул. Полушкина роща, 1.

Автореферат разослан " ____ " _____ 2006 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета

Швыркова Н.С.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность. Сохранение жизни и здоровья человека - одна из острейших задач стоящих перед мировой цивилизацией. Зависимость здоровья от окружающей природной среды в настоящее время ни кем не оспаривается. Напряженная экологическая ситуация в стране является одним из факторов, влияющих на здоровье людей. Устойчивость человека к новым условиям среды, в том числе промышленным загрязнениям, снижается, следовательно, адаптационные возможности человека к изменяющейся среде не беспредельны (Когай Е.А., 2000).

Среди факторов, формирующих здоровье населения, выделяют наследственные, эндемические, природно-климатические, эпидемиологические, социальные, психоэмоциональные, профессиональные и экологические (Пивоваров Ю.П. и др., 2004). Последние, по данным ВОЗ формируют до 25% патологии человека. Существенная роль отводится также профессиональным факторам. Трудовая деятельность человека протекает в условиях определенной производственной среды, которая при несоблюдении гигиенических требований может оказывать неблагоприятное влияние на работоспособность и здоровье человека. Производственная деятельность является неотъемлемой частью жизни взрослого трудоспособного человека. Основными источниками загрязнения на машиностроительных предприятиях являются литейное производство, цеха механической обработки, сварочные и покрасочные цеха и участки (Протасов В.Ф., 2000). Длительное воздействие этих факторов может привести к функциональному напряжению и поломке компенсаторных механизмов, а, следовательно, возникновению профессиональных заболеваний, снижению уровня соматического здоровья, преждевременному старению организма работающих (Addey D.E., 1998, 1999). Снижение продолжительности жизни населения касается в значительной мере трудоспособного возраста. Достижения современной геронтологии позволяют ставить на повестку дня вопрос о практической реализации задачи управления процессами старения, задачи радикального увеличения периода активной, полноценной, трудоспособной жизни человека. (Фролькис В.В., 1975; Фролькис В.В., Мударян Х.К., 1988; Подколзин А.А., Донцов В.И., 1996; Подколзин А.А., 1998).

Одна из задач профилактики заболеваемости заключается в повышении адаптационных возможностей организма, увеличение функциональных резервов и снижение напряженности регуляторных механизмов, возникающих в процессе приспособления организма к неблагоприятным воздействиям внешней среды (Баевский Р.М., 1989). Если влияние вредных факторов на организм человека продолжается длительное время или велико по интенсивности, напряжение регуляторных систем может привести к истощению резервных возможностей и срыву адаптации (Башкирева А.С., 2002).

Для решения данной проблемы необходимо всестороннее исследование влияния производственных факторов на организм работающих, изучение взаимосвязи между длительностью профессионального стажа и показателями соматического здоровья, уровнем адаптации, степенью постарения и т.д. В начальной фазе истощения регуляторных механизмов преобладают неспецифические изменения в организме, и задача донозологической диагностики заключается в распознавании самых начальных доклинических изменений (Баевский Р.М., 1979). Среди методов, позволяющих выявить эти изменения – оценка индивидуального темпа старения организма, адаптационный потенциал.

В настоящее время существует ряд работ, в которых авторы оценивают влияние различных факторов внешней среды на здоровье населения (Овчаренко С.А., 1988; Быков Е.В., 2001; Ишекова Н.И. и др., 2001; Ферару Г.С., 2001; Чичиленко М.В. и др., 2001; Казакова П.В., 2002; Щербина Ф.А., Мызников И.Л., 2002; Дьякович М.П., Носков А.В. и др., 2003; Соколов А.Я., Гречкина Л.И., 2003; Askermann-Liebrich U., 1997; Anderson H.R., 1997 и др.). Анализ современной литературы показал, что наиболее распространенными методами донозологической диагностики является определение адаптационного потенциала (Баевский Р.М., 1991; 2002) или коэффициента здоровья (Баевский Р.М., Берсенева А.П., 1993), биологического возраста (Войтенко В.П., 1987; Белозерова Л.М., 1991). В частности, оценка степени постарения проводилась для работников судостроительного предприятия, водителей автомобильного транспорта, слесарей (Федянина Т.Д., 1988; Ахаладзе Н.Г. и др., 1993; Башкирева А.С., Хавинсон В.Х., 2001; Башкирева А.С., 2002). При этом недостаточно изучена зависимость процессов старения различных функций и организма в целом от категорий выполняемых работ. Обращает на себя внимание ограниченность сведений по машиностроительной отрасли, которая характеризуется особыми условиями производства и малое количество исследований, где применяется комплексный подход к оценке здоровья человека.

Следовательно, появляется потребность комплексной оценки здоровья или уровня жизнеспособности организма и его элементов, поскольку такая оценка позволяет объективно зарегистрировать темп старения, состояние регуляторных систем организма и их изменения при лечебно-профилактических воздействиях. Актуальность проблемы изучения изменений состояния здоровья населения под воздействием различных антропогенных факторов не вызывает сомнения, поэтому обсуждение вопро-

сов решения частных задач данной проблемы, представляется своевременным и необходимым (Польченко В.И. и др., 1988).

Цель исследования: оценка физического здоровья работников машиностроительного производства в зависимости от уровня и характера локального загрязнения.

Задачи исследования:

1. Исследовать показатели физического здоровья у работников, находящихся в условиях с разным уровнем и характером локального загрязнения.
2. Изучить функциональное состояние сердечно-сосудистой и дыхательной систем в обследуемых группах.
3. Дать качественную и количественную характеристику загрязнения воздуха рабочей зоны.
4. Исследовать зависимость функциональных и интегральных показателей физического здоровья от уровня загрязнения воздуха рабочей зоны.

Научная новизна работы. В результате исследования впервые дана комплексная оценка физического здоровья работников машиностроительного производства, установлена степень постарения, уровень соматического здоровья и степень адаптации сердечно-сосудистой системы к внешним неблагоприятным воздействиям у представителей разных профессиональных групп. Определены наиболее значимые маркеры для оценки уровня соматического здоровья, биологического возраста и коэффициента здоровья.

Выявлено, что уровень соматического здоровья, степень постарения и адаптационный потенциал зависят от уровня и характера загрязнения воздуха рабочей зоны. Установлены долевой и суммарный вклад промышленных поллютантов на показатели физического здоровья.

В результате множественного регрессионного анализа были получены уравнения, позволяющие прогнозировать совместное влияние вредных воздействий рассматриваемого производства на функциональные показатели и интегральные величины (уровень соматического здоровья, биологический возраст, коэффициент здоровья).

Теоретическая значимость. На основе результатов исследования был проведен анализ вклада факторов локального загрязнения в связанное с возрастом падение жизнеспособности организма человека.

Анализ результатов комплексного исследования здоровья позволил дать оценку функциональным резервам и степени напряжения регуляторных механизмов деятельности дыхательной и сердечно-сосудистой систем в условиях производственной сре-

ды. Полученные данные расширяют представление об особенностях влияния антропогенных факторов на здоровье людей.

Выведены математические зависимости, характеризующие совместное влияние поллютантов на функциональные и интегральные показатели (на примере машиностроительного производства).

Практическая значимость. Предлагаемый комплексный подход позволяет в рамках донозологической диагностики определить уровень физического здоровья и степень адаптации в измененных условиях среды.

Даны практические рекомендации по применению комплексного подхода оценки здоровья в профилактических медицинских осмотрах работников вредных производств.

Предложена программа для ПК "Диагностика индивидуального здоровья" для оптимизации обработки данных и прогнозирования влияния промышленных загрязнителей на здоровье рабочих. Результатом является отчет об уровне здоровья человека, и прогноз об изменении физиологических показателей при дальнейшей работе в данных условиях. Результаты исследования используются в лекционном курсе "Экология человека" в Ярославском государственном университете им. П.Г. Демидова.

Апробация работы. Материалы диссертации были представлены, доложены и обсуждены на научной конференции «Научно-исследовательская деятельность в классическом университете» (Иваново, 2003.); на 8-ой Международной Пушкинской школе-конференции молодых ученых (Пушино, 2004); на 7-ой Всероссийской медико-биологической конференции молодых исследователей (Санкт-Петербург, 2004); на 2-ой и 3-ей Научно-практической конференции "Актуальные проблемы экологии Ярославской области" (Ярославль, 2002, 2005.).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 9 работ.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Уровень физического здоровья у работников машиностроительной отрасли зависит от сочетанного воздействия факторов физической природы (температура, шум, вибрация), химического загрязнения воздуха, а также стажа работы на вредном производстве.
2. В условиях локального загрязнения воздуха рабочей зоны наблюдается снижение адаптационных возможностей сердечно-сосудистой и дыхательной систем организма работающих. Степень нарушения зависит от величины суммарного загрязнения воздуха рабочей зоны и долевого участия отдельных факторов.

Структура и объем диссертации.

Диссертация изложена на 189 страницах машинописного текста, состоит из введения; обзора литературы; обоснования материалов и методов исследования; 8 глав, посвященных результатам собственных исследований; их анализу; практическим рекомендациям; а также выводов; списка литературы, включающего 226 источников в том числе 45 иностранных и 11 приложений. Работа иллюстрирована 36 рисунками, 8 таблицами.

ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектом исследования служили 632 человека в возрасте от 21 до 60 лет. Из них 419 являлись работниками ОАО «Автодизель» (рабочие литейного (ЛИТ), агрегатного (АГР) цехов и сотрудники вычислительного (ВЫЧ) центра) и 213 человек - группа сравнения – люди, не работающие на вредном производстве. Все испытуемые были разбиты на две возрастные группы, согласно общепринятой возрастной периодизации онтогенеза человека (Смирнова Н.С., Соловьева В.С., 1986; Козинец Г.И., 2000). При подборе групп и соблюдения их однородности учитывался пол, календарный возраст, профессиональный стаж, место проживания.

ОАО «Автодизель» - один из крупнейших заводов в г. Ярославле и области, работающее в отрасли машиностроения. Данное предприятие характеризуется разнообразием производственных процессов и условий труда. Технологические операции, протекающие в литейном и агрегатном цехах, являются важными этапами в производстве двигателей, а условия труда в этих цехах характеризуются наличием вредных факторов (фенол, кварцевая пыль, шум, вибрация и ряд других). Вычислительный центр взят в качестве фоновой группы, поскольку условия труда в нем достаточно благополучные, но люди, работающие в этом подразделении, постоянно находятся на территории предприятия и подвергаются вредным воздействиям, обусловленным выбросами загрязняющих веществ в атмосферу. Согласно данным медицинской статистики МСЧ ОАО «Автодизель» общая заболеваемость в исследуемых подразделениях увеличивается в ряду: вычислительный центр→агрегатный цех→литейный цех и равна соответственно 81,48; 105,35 и 128,47 случаев заболевания на 100 человек в год (рис.1).

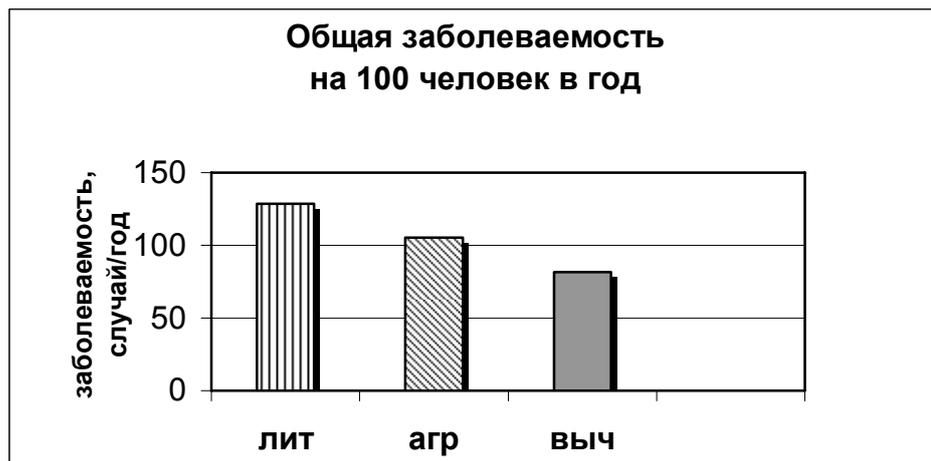


Рис. 1. Заболеваемость в исследуемых цехах

Для гигиенической оценки степени опасности загрязнения воздуха рабочего помещения при одновременном присутствии нескольких вредных химических веществ рассчитывался суммарный показатель загрязнения "Р". Фактическое загрязнение воздуха оценивалось в зависимости от величины "Р", учитывающего кратность превышения ПДК, класс опасности вещества и количество совместно присутствующих загрязнителей (Инструкция 2.1.9.11-9-208-2003 "Оценка...", 2003).

Предлагаемая нами программа включает в себя 5 этапов исследования:

- 1) эколого-гигиеническая характеристика рабочей зоны;
- 2) анкетирование;
- 3) исследование функциональных показателей и расчет должных величин;
- 4) вычисление интегральных показателей: уровня соматического здоровья (СЗ) по методике Апанасенко Г.Л. (1988), биологического возраста (БВ), степени постарения (БВ-ДБВ) по методике Войтенко В.П. (1991), и коэффициента здоровья (КЗ) по модифицированной формуле Баевского Р.М. (Баевский Р.М., Берсенева А.П., 1993);
- 5) оценка влияния факторов локального загрязнения на физическое здоровье.

Была проведена статистическая обработка полученных результатов при помощи программ Microsoft Excel и STATISTICA. Рассчитывались средние величины, ошибка среднего, был проведен Т-тест, т. е. расчет коэффициентов Стьюдента, а также корреляционный и множественный регрессионный анализ при уровне значимости $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ АНАЛИЗ

Результаты эколого-гигиенического анализа рабочей зоны показали, что обследуемые рабочие трудятся на производстве, где факторы окружающей среды характеризуются повышенной температурой, подвижностью, запыленностью и загазованно-

стью воздуха, ИК-излучением на рабочих местах в плавильном, разливочном, стержневом отделениях (табл. 1).

Неблагоприятные микроклиматические условия на рабочих местах в значительной степени усугубляют влияние рабочей нагрузки. Для оценки уровня загрязнения воздуха рабочей зоны был составлен список вредных веществ, определяемых на данной территории (по сведениям, представленным центральной заводской лабораторией ОАО "Автодизель") и рассчитан показатель суммарного загрязнения.

Таблица 1.

**Факторы, воздействующие на работников литейного,
агрегатного цехов и работников вычислительного центра
(по данным центральной заводской лаборатории)**

Фактор	Класс опасности	Степень воздействия фактора		
		ЛИТ	АГР	ВЫЧ
Фенол	2	1,70 ПДК	—	—
Формальдегид	2	0,9 ПДК	—	—
Кварцевая пыль (содержание SiO ₂ >70%)	3	3.38 ПДК	—	—
Кварцевая пыль (содержание SiO ₂ 10-70%)	3	2,25 ПДК	—	—
Кварцевая пыль (содержание SiO ₂ 2-10%)	3	1ПДК	—	—
Аммиак	4	0,55 ПДК	—	—
Угарный газ	4	0,44 ПДК	0,44 ПДК	—
Корунд	4	0,5 ПДК	0,29 ПДК	—
Вибрация		0,95 ПДУ	0,78 ПДУ	—
Высокие температуры		1,1 ПДУ	1,05 ПДУ	0,86 ПДУ
Шум		1,1 ПДУ	1,1 ПДУ	0,8 ПДУ
Хромовый ангидрид	1	—	4 ПДК	—
Едкие щелочи	2	—	0,46 ПДК	—
Минеральные масла	2	—	0,45 ПДК	—
Алюминий	3	—	0,13 ПДК	—

В литейном цехе суммарный показатель загрязнения $P_{\text{сум}}$ составил 3,42, в агрегатном – 3,17 (рис. 2). Исходя из полученных результатов, воздух рабочей зоны в данных цехах соответствует III степени загрязнения – «умеренно загрязненный». Согласно Инструкции 2.1.9.11-9-208-2003 безопасным для здоровья человека является

загрязнение I степени, при загрязнении II-V степени возникают негативные эффекты. Однако помимо химических загрязнителей, работники агрегатного и литейного цехов подвергаются таким физическим воздействиям, как шум, вибрация, высокие температуры.

Температура и шум в этих подразделениях превышают ПДУ в 1,05-1,1 раза (рис. 2). Такое несоответствие нормативным показателям характеризует медико-экологическую ситуацию в этих цехах как «относительно напряженную» (Комплексная гигиеническая оценка..., 1997). Трудовая деятельность в этих условиях предъявляет повышенные требования к организму человека.

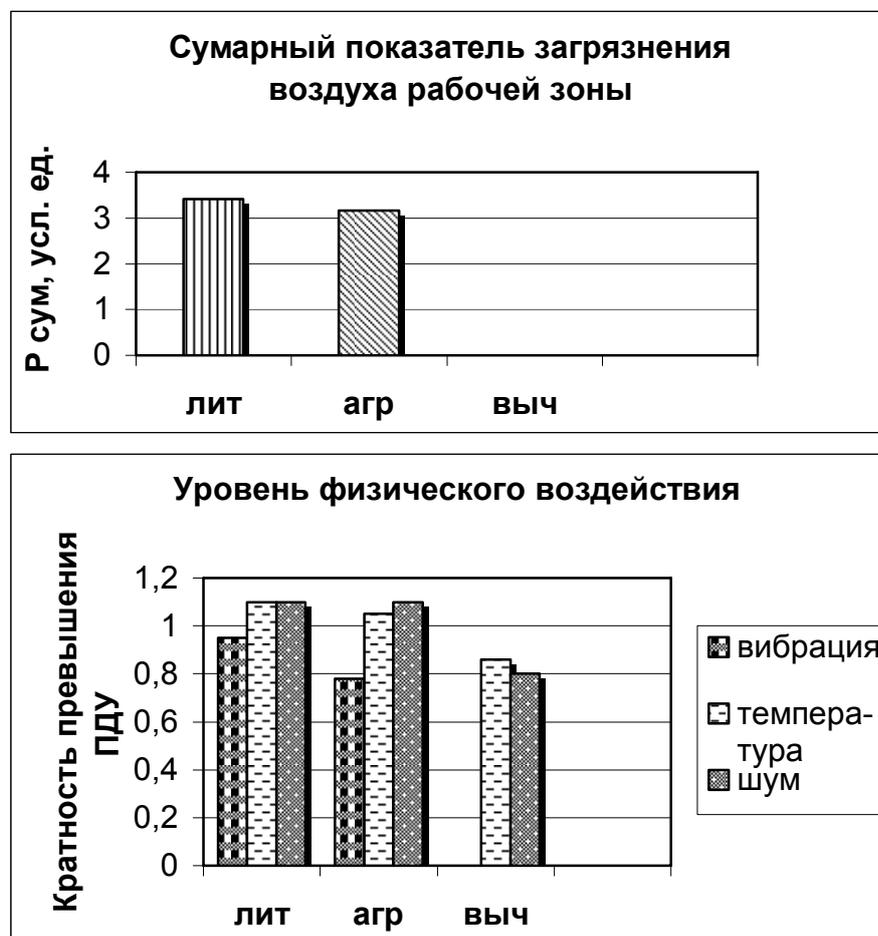


Рис. 2. Характеристика неблагоприятного воздействия в исследуемых цехах

В рамках комплексного исследования здоровья работников вредного производства мы изучали показатели разных систем органов, в том числе дыхания и кровообращения. В результате оценки показателей сердечно-сосудистой системы была обнаружена тенденция увеличения артериального давления в ряду: группа сравнения → вычислительный центр → агрегатный цех → литейный цех во всех возрастных группах, как у мужчин, так и у женщин. Множественный регрессионный анализ позволил

выявить совместное воздействие на систолическое артериальное давление (АДС) и диастолическое артериальное давление (АДД) промышленных поллютантов, которое можно выразить следующими уравнениями:

$АДС = 113,9 + 0,368\text{возраст} + 0,191\text{шум (Дб)} - 0,11\text{пыль алюминия (мг/м}^3) - 0,11\text{формальдегид (мг/м}^3)$ для мужчин ($r=0,42$ при $p<0,05$).

$АДС = 90,23 + 0,541\text{возраст} + 0,219\text{фенол (мг/м}^3) + 0,111\text{угарный газ (мг/м}^3) - 0,12\text{кварцевая пыль(содержание SiO}_2 \text{ 2-10\%)} (мг/м}^3) + 0,067\text{пыль корунда (мг/м}^3)$ для женщин ($r=0,61$ при $p<0,05$).

$АДД = 1082 - 0,25\text{пыль алюминия (мг/м}^3) - 0,258\text{возраст} - 0,12\text{стаж работы} + 0,249\text{кварцевая пыль (содержание SiO}_2 \text{ 10-70\%)} (мг/м}^3) - 0,11\text{минеральные масла(мг/м}^3) - 0,27\text{вибрация (Дб)} + 0,523\text{шум (Дб)} - 0,44\text{высокие температуры (}^\circ\text{C)} - 0,21\text{кварцевая пыль (содержание SiO}_2 \text{ >70\%)} (мг/м}^3) + 0,129\text{кварцевая пыль (содержание SiO}_2 \text{ 2-10\%)} (мг/м}^3) + 0,12\text{аммиак(мг/м}^3)$ для мужчин ($r=0,49$ при $p<0,05$).

$АДД = 58,06 + 0,541\text{возраст} + 0,242\text{фенол (мг/м}^3) + 0,113\text{кварцевая пыль (содержание SiO}_2 \text{ 10-70\%)} (мг/м}^3) - 0,07\text{минеральные масла (мг/м}^3) - 0,06\text{кварцевая пыль (содержание SiO}_2 \text{ 2-10\%)} (мг/м}^3)$ для женщин ($r=0,71$ при $p<0,05$).

При оценке индекса Робинсона было отмечено, что процент испытуемых, имеющих низкую и ниже среднего оценку данного показателя больше среди работников литейного и агрегатного цехов (от 43 до 66 %). Видны значительные отличия в процентном соотношении между группой сравнения и работниками литейного цеха, как у мужчин, так и у женщин. Меньшие отличия обнаружены между группой сравнения и работниками вычислительного центра. Однако тенденция повышения количества неудовлетворительных оценок индекса Робинсона в ряду: группа сравнения → вычислительный центр → агрегатный цех → литейный цех хорошо просматривается.

Функциональная проба на восстановление частоты сердечных сокращений (твосст ЧСС) после физической нагрузки показала, что у всех испытуемых восстановление происходит спустя максимум 1,5 минуты, что говорит об удовлетворительной приспособленности сердечно-сосудистой системы испытуемых к физическим нагрузкам. Результаты множественного регрессионного анализа показали, что время восстановления ЧСС зависит от химического состава воздуха рабочей зоны, физических факторов, стажа работы и возраста:

$\text{твосстЧСС} = 64,22 + 1,95\text{формальдегид (мг/м}^3) - 1,5\text{фенол (мг/м}^3) - 0,25\text{кварцевая пыль (содержание SiO}_2 \text{ 2-10\%)} (мг/м}^3) - 0,17\text{угарный газ (мг/м}^3) +$

$0,384$ шум (Дб) - $0,25$ стаж работы + $0,218$ возраст + $0,123$ минеральные масла ($мг/м^3$) - $0,27$ высокие температуры ($^{\circ}C$) - $0,15$ аммиак ($мг/м^3$) - $0,09$ пыль корунда ($мг/м^3$) для мужчин ($r=0,54$ при $p<0,05$).

$твосттЧСС = 55,07 - 0,58$ стаж работы + $0,266$ возраст + $0,152$ пыль алюминия ($мг/м^3$) - $0,11$ высокие температуры ($^{\circ}C$) + $0,077$ аммиак ($мг/м^3$) для женщин ($r=0,49$ при $p<0,05$).

Известно, что система кровообращения как чувствительный индикатор общего состояния целостного организма отражает результат адаптивного поведения через изменения специфических для нее показателей (Belkic K., et. al., 1994). Однако на функцию сердечно-сосудистой системы влияют неблагоприятные условия труда, в которых постоянно находятся рабочие исследуемых цехов. В число этих факторов входят: вибрация, высокие температуры, шум. Шум и вибрация всегда усиливают негативный эффект промышленных поллютантов. Следствием этого является изменение функционального состояния сердечно-сосудистой системы (Белов С.В., 1999).

Неотъемлемой частью кардио-респираторной системы, играющей немаловажную роль в ее функционировании, является дыхательная. Значения ее показателей несут важную информацию о состоянии организма человека, в том числе и о его физическом развитии. В результате оценки показателей дыхательной системы было выявлено, что во всех возрастных группах отмечено снижение жизненной емкости легких (ЖЕЛ) по сравнению с должными величинами. Наибольшие отклонения характерны для представителей литейного и агрегатного цехов у мужчин (32%, 27% соответственно) и для работниц завода (от 24 до 31%). В результате анализа значений жизненной емкости легких была выявлена тенденция уменьшения значений в ряду: группа сравнения → вычислительный центр → агрегатный цех → литейный цех. Объем жизненной емкости легких определяется сочетанным действием ряда факторов и описывается уравнениями регрессии:

$ЖЕЛ = 7163,86 - 0,44$ возраст - $0,28$ высокие температуры ($^{\circ}C$) - $0,16$ вибрация (Дб) - $0,07$ пыль корунда ($мг/м^3$) для мужчин ($r=0,59$ при $p<0,05$).

$ЖЕЛ = 3737,77 - 0,47$ возраст - $0,17$ кварцевая пыль (содержание SiO_2 2-10%) ($мг/м^3$) - $0,11$ шум (Дб) - $0,08$ вибрация (Дб) - $0,09$ стаж работы для женщин ($r=0,57$ при $p<0,05$).

В нашем исследовании при оценке задержки дыхания на вдохе (ЗДВ) было отмечено, что процент испытуемых, имеющих неудовлетворительное значение ЗДВ значительно больше среди работников литейного и агрегатного цехов (от 35 до 88%%). Видны существенные отличия в процентном соотношении между группой сравнения и работниками литейного цеха, как у мужчин, так и у женщин. Меньшие отличия обнаружены между группой сравнения и работниками вычислительного центра. Однако тенденция повышения количества неудовлетворительных оценок исследуемого показателя в ряду: группа сравнения → вычислительный центр → агрегатный цех → литейный цех достаточно заметна. Кроме того, было выявлено, что мужчины показали лучшие результаты по сравнению с женщинами. Этот факт объясним, если учесть во внимание данные литературы (Иржак Л.И. и др., 2001), согласно которым величина произвольной задержки воздуха зависит от величины легочных объемов. В нашем случае ЖЕЛ у мужчин в разных группах превышает таковую у женщин на 19-39 %%.

При оценке показателя задержки дыхания после выдоха (ЗДВыд) была выявлена та же тенденция, однако, количество неудовлетворительных оценок в данном случае гораздо выше (от 78 до 100%%). Следует отметить, что в группе сравнения процент испытуемых, имеющих показатели задержки дыхания на вдохе и выдохе, соответствующие должным величинам, а именно, оценку «удовлетворительно» и «хорошо», во всех рассматриваемых случаях выше, чем у работников завода.

Для работников литейного и агрегатного цехов, по некоторым показателям и вычислительного центра, как мужчин, так и женщин, отмечена тенденция снижения значений показателей функционального состояния дыхательной системы по отношению к группе сравнения. Это можно объяснить воздействием неблагоприятных условий, в которых пребывают работники цехов ОАО «Автодизель», таких как пыль, высокие температуры, наличие во вдыхаемом воздухе различных ядовитых веществ, что подтверждается достоверной корреляцией. Перечисленные факторы могут вызывать нарушение баланса между газообменом в легких и тканях, что приводит к гипоксии и гиперкапнии. Анализ результатов функциональных проб для оценки легочного дыхания показал, что у значительной части обследуемых (от 12 до 100 %) наблюдается низкая устойчивость к гипоксии и гиперкапнии, следовательно, резервные возможности организма существенно снижены. В частности, снижение значений ЗДВ, ЖЕЛ, ЗДВыд (в агрегатном и литейном цехах) по отношению к группе сравнения и к должным величинам этого показателя, вероятно, вызваны воздействием таких химических

веществ, как фенол, хромовый альдегид, едкие щелочи, минеральные масла, алюминий, концентрация которых в воздухе рабочего помещения превышает ПДК или близко к ним. Работники литейного цеха подвергаются воздействию ядовитых газов (аммиак, угарный газ, формальдегид), которые негативно воздействуют на дыхательную систему. Снижение значений ЖЕЛ у группы сравнения по отношению к должными величинам может быть связано с неблагоприятной экологической обстановкой, вызванной наличием большого числа промышленных производств, находящихся на территории города Ярославля и загрязняющих окружающую среду. Как известно, показатель ЖЕЛ отражает физическое развитие человека, поэтому другой причиной рассматриваемой тенденции может служить влияние урбанизации с ее механизацией и автоматизацией различных процессов, которые привели к снижению общей двигательной активности населения.

В ходе работы был проанализирован показатель статической балансировки (СБ), как функциональная проба, характеризующая состояние вестибулярного аппарата испытуемого. В результате анализа значений показателя СБ было выявлено его снижение по отношению к группе сравнения, за исключением сотрудников вычислительного центра. В результате проведения множественного регрессионного анализа было выявлено влияние поллютантов в рабочей зоне на СБ:

$СБ = 182,2 - 0,36\text{возраст} - 0,25\text{высокие температуры } (^\circ\text{C}) - 0,11\text{пыль корунда } (\text{мг}/\text{м}^3) - 0,09\text{формальдегид}(\text{мг}/\text{м}^3) - 0,07\text{вибрация (Дб)}$ для мужчин ($r=0,5$ при $p<0,05$).

$СБ = 95,42 - 0,37\text{возраст} - 0,31\text{шум (Дб)}$ для женщин ($r=0,5$ при $p<0,05$).

Одной из характеристик физического развития человека является показатель силы руки (СР). При сопоставлении должных и фактических величин СР были получены следующие результаты: для женщин отмечено снижение показателей силы руки в среднем на 12%, а для мужчин выявлено превышение должного значения данного показателя в среднем на 30%. В результате статистического анализа выявлено влияние промышленных поллютантов на рассматриваемый показатель:

$СР = 64,45 - 0,12\text{шум (Дб)} - 0,23\text{возраст} - 0,11\text{фенол } (\text{мг}/\text{м}^3) - 0,13\text{угарный газ } (\text{мг}/\text{м}^3) - 0,09\text{едкие щелочи } (\text{мг}/\text{м}^3)$ для мужчин ($r=0,34$ при $p<0,05$).

$СР = 29,77 - 0,2\text{угарный газ } (\text{мг}/\text{м}^3) + 0,159\text{минеральные масла } (\text{мг}/\text{м}^3) - 0,15\text{формальдегид } (\text{мг}/\text{м}^3)$ для женщин ($r=0,37$ при $p<0,05$).

В рамках настоящего исследования, на этапе анкетирования все испытуемые субъективно оценивали свое здоровье. Анализ анкет по самооценке здоровья (СОЗ) выявил, что количество различных жалоб работников завода значительно выше, чем в группе сравнения. Спектр жалоб работников завода отражает специфику тех вредных воздействий, которым они подвергаются. Несмотря на то, что эти данные весьма субъективны, можно сделать вывод, что все перечисленные ранее неблагоприятные факторы завода (табл. 1.) в комплексе воздействуют на различные системы органов и на организм человека в целом. По данным авторов (Войтенко В.П., Плюхов А.М., 1986; Войтенко В.П., 1991) между субъективной оценкой здоровья и многими объективными показателями состояния организма имеется достоверная корреляция. Связь с индексом самооценки здоровья имеет место как по отношению к общеклиническим показателям (АД, ЖЕЛ), так и по отношению к параметрам, так или иначе, характеризующих процесс старения (масса тела, рост). В нашем исследовании получены следующие корреляционные связи: $r=0,27$ для АД, $r=-0,33$ для ЖЕЛ, $r=-0,2$ для роста, $r=-0,16$ для МТ. В результате регрессионного анализа выявлено влияние на самооценку здоровья таких профессиональных вредностей, как высокие температуры, пыль алюминия, формальдегид, кварцевая пыль, стаж работы на вредном производстве, пыль корунда.

Все перечисленные ранее показатели, в совокупности определяют БВ, СЗ и КЗ людей, входивших в обследованные группы.

Так как различия между биологическим и календарным возрастом являются критерием интенсивности старения, то это позволяет использовать биологический возраст для оценки влияния условий и характера труда на темпы старения в отдельных возрастно-стажевых группах, что дает возможность подойти к решению вопросов о степени воздействия комплекса вредных факторов производственной среды, необходимости своевременной переориентации, изменения темпа и профиля работы, а также создания системы мер по увеличению трудового периода жизни людей старших возрастных групп (Башкирева А.С., Хавинсон В.Х., 2001). В результате оценки БВ, обнаружено, что мужчины, принявшие участие в обследовании, стареют быстрее женщин. Известно, что на всех этапа онтогенеза женский организм детерминирует более высокую резистентность к неблагоприятным внешним воздействиям (Войтенко В.П., 1987,1991). Выявлена достоверная корреляционная связь между значениями БВ и на-

личием в воздухе рабочей зоны промышленных загрязнителей ($r=0,72$ для мужчин и $r=0,71$ для женщин):

$BV = 3,86 + 0,528 \text{возраст} + 0,33 \text{высокие температуры } (^{\circ}\text{C}) + 0,01 \text{пыль корунда } (\text{мг}/\text{м}^3) + 0,094 \text{вибрация (Дб)} + 0,094 \text{стаж работы}$ для мужчин.

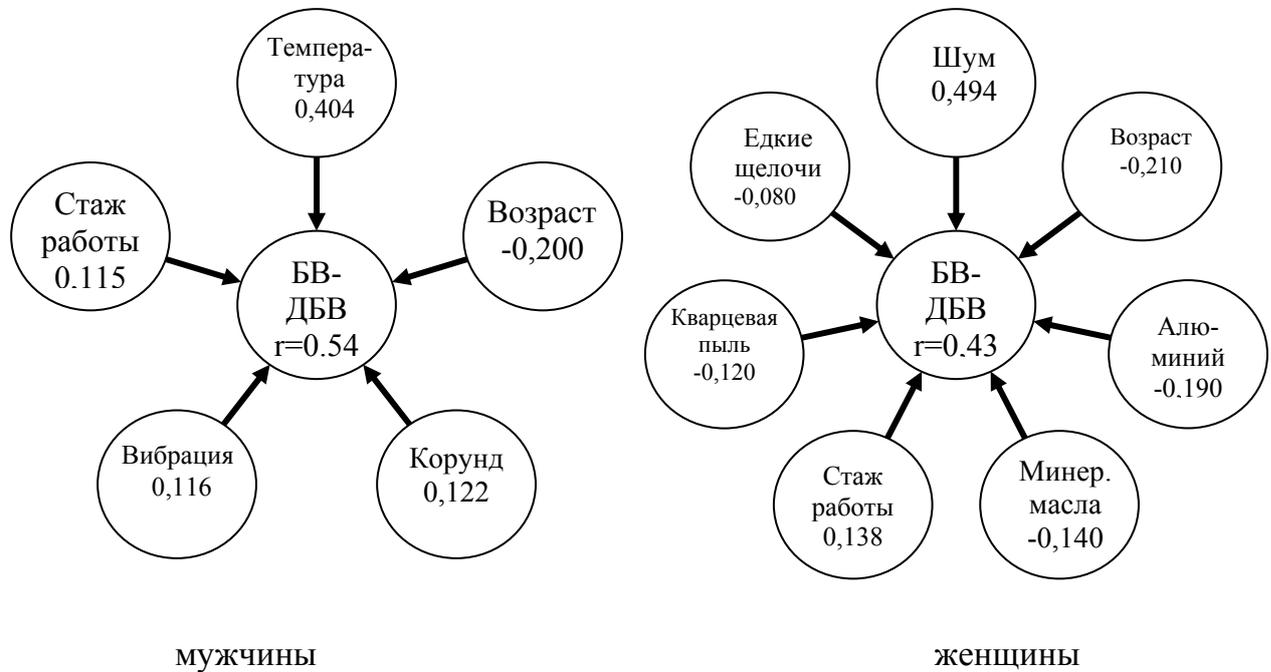
$BV = 15,11 + 0,856 \text{возраст} + 0,386 \text{шум (Дб)} - 0,15 \text{пыль алюминия } (\text{мг}/\text{м}^3) + 0,18 \text{стаж работы} - 0,11 \text{минеральные масла } (\text{мг}/\text{м}^3) - 0,1 \text{кварцевая пыль (содержание } \text{SiO}_2 \text{10-70\%)} (\text{мг}/\text{м}^3) - 0,06 \text{едкие щелочи } (\text{мг}/\text{м}^3)$ для женщин.

Наиболее значимыми показателями для определения биологического возраста (в порядке убывания коэффициентов множественной регрессии) являются: АДС → СОЗ → СБ → ЖЕЛ → АДД → ЗДВ у женщин ($r=0,99$); и СБ → АДС → ЖЕЛ → СОЗ → АДД → ЗДВ у мужчин ($r=0,99$).

Наибольшая скорость старения (БВ-ДБВ) отмечена для мужчин литейного цеха первой возрастной группы, которая расценивается как ускоренный тип старения и соответствует пятому рангу. Поскольку длительное функциональное напряжение приводит сначала к истощению компенсаторных механизмов, а затем к их поломке, эти явления, в свою очередь, способствуют преждевременному и (или) ускоренному старению организма работающих (Башкирева А.С., 2002). Выявлен высокий процент испытуемых с нормальными и замедленными темпами старения у женщин в группе сравнения (49%), меньше – у женщин вычислительного центра (35%). В остальных исследуемых группах количество испытуемых с ускоренными темпами старения находится в пределах от 46 до 99%. Однако количество мужчин в группе сравнения, для которых характерны высокие темпы старения, заметно ниже (78%), чем в группах работников завода, особенно по сравнению с испытуемыми мужчинами из литейного и агрегатного цеха (от 89 до 99%). Хорошо просматривается тенденция повышения темпов старения в ряду: группа сравнения → вычислительный центр → агрегатный цех → литейный цех.

В результате корреляционного анализа выявлено влияние факторов локального загрязнения на степень постарения работников ОАО «Автодизель». Наибольшее влияние оказывают пыль алюминия и корунда, минеральные масла, кварцевая пыль, едкие щелочи, а также стаж работы, вибрация, шум и высокие температуры (рис. 3). Из полученных результатов следует, что на степень постарения у женщин влияет больше факторов производственной среды, нежели у мужчин.

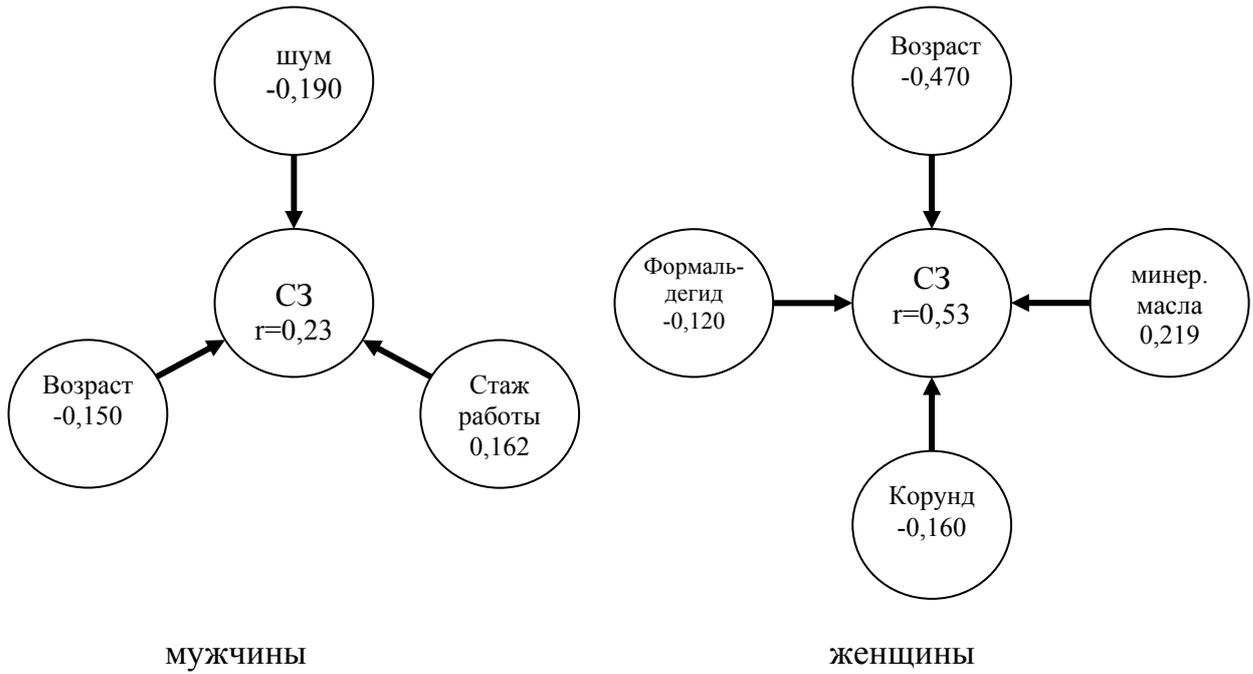
В результате анализа данных, выявлено, что уровень соматического здоровья женщин во всех исследуемых группах ниже, чем у мужчин. Поскольку показатель СЗ характеризует физическое здоровье и развитие людей, то можно предположить, что мужчины обладают лучшей физической подготовкой, чем женщины.



(цифры являются коэффициентами множественной регрессии)

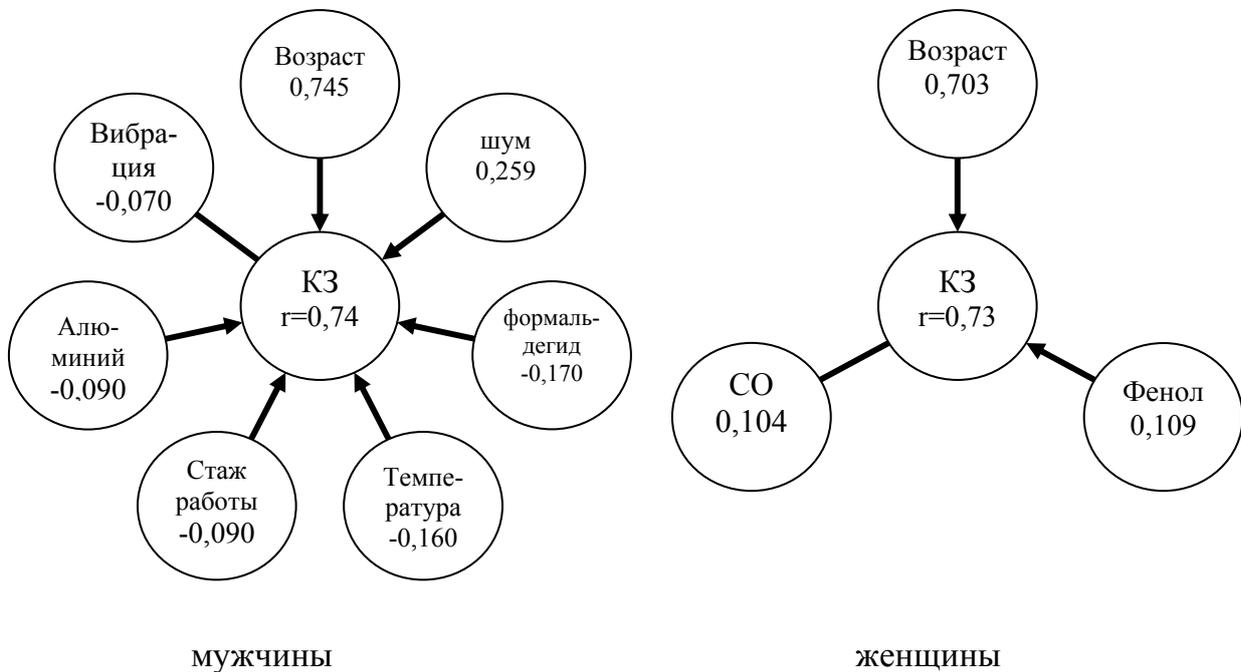
Рис. 3. Производственные факторы, влияющие на степень постарения организма человека

Хорошо просматривается тенденция ухудшения уровня СЗ в ряду: группа сравнения → вычислительный центр → агрегатный цех → литейный цех. Наиболее значимыми показателями для определения соматического здоровья (в порядке уменьшения значимости по коэффициентам регрессии) являются: масса тела → ЖЕЛ → АДС → время восстановления ЧСС после физической нагрузки → возраст → ЧСС → СР → рост ($r=0,63$) у женщин, а также ЧСС → ЖЕЛ → МТ → возраст → АДС → СР → время восстановления ЧСС у мужчин ($r=0,43$). В результате корреляционного анализа выявлено, что на уровень соматического здоровья работников ОАО «Автодизель» наибольшее влияние оказывают такие факторы производственной среды, как минеральные масла, пыль корунда, формальдегид, а также, стаж работы и шум (рис. 4).



(цифры являются коэффициентами множественной регрессии)

Рис. 4. Производственные факторы, влияющие на уровень соматического здоровья рабочих



(цифры являются коэффициентами множественной регрессии)

Рис. 5. Производственные факторы, влияющие на коэффициент здоровья рабочих

В результате оценки коэффициента здоровья (КЗ) была выявлена тенденция ухудшения адаптации сердечно-сосудистой системы к внешним воздействиям в ряду: группа сравнения → вычислительный центр → агрегатный цех → литейный цех. Недостаточная и оптимальная адаптация не выявлена ни в одной из исследуемых групп.

Наиболее значимыми показателями для определения коэффициента здоровья (в порядке уменьшения значимости по коэффициентам регрессии) являются: АДС → масса тела → возраст → ЧСС → АДД → рост у женщин ($r=0,92$), а также возраст → АДС → ЧСС → масса тела → АДД → рост у мужчин ($r=0,99$).

В результате корреляционного анализа выявлено, что на степень адаптации сердечно-сосудистой системы к внешним воздействиям наибольшее влияние оказывают такие факторы производственной среды, как шум, формальдегид, высокие температуры, стаж, алюминий, вибрация у мужчин ($r=0,74$), фенол и угарный газ (СО) у женщин ($r=0,73$) (рис. 5).

В результате сопоставления значений суммарного показателя воздуха рабочей зоны, уровня физического воздействия, общей заболеваемости, уровня соматического здоровья, степени постарения и коэффициента здоровья испытуемых из разных исследуемых групп (рис. 1,2,6), было выявлено негативное влияние вредных условий труда на здоровье человека. С увеличением значения суммарного показателя загрязнения воздуха рабочей зоны и уровня физического воздействия отмечается повышение общей заболеваемости рабочих, степени постарения организма, понижение уровня соматического здоровья и увеличение коэффициента здоровья, что свидетельствует об ухудшении адаптации сердечно-сосудистой системы к неблагоприятным внешним воздействиям. Достоверное отличие значений степени постарения и коэффициента здоровья между работниками вычислительного центра и группой сравнения свидетельствует о негативном влиянии неблагоприятной экологической обстановки на территории предприятия и промышленной зоны.

Комплексная оценка здоровья показывает, что выявленная тенденция ухудшения уровня здоровья в ряду: группа сравнения → вычислительный центр → агрегатный цех → литейный цех подтверждает данные по общей заболеваемости среди работников предприятия. Также было выявлено, что на здоровье работников завода оказывают влияние не только условия труда на рабочих местах, но и экологическая обстановка на территории предприятия и промышленной зоны.

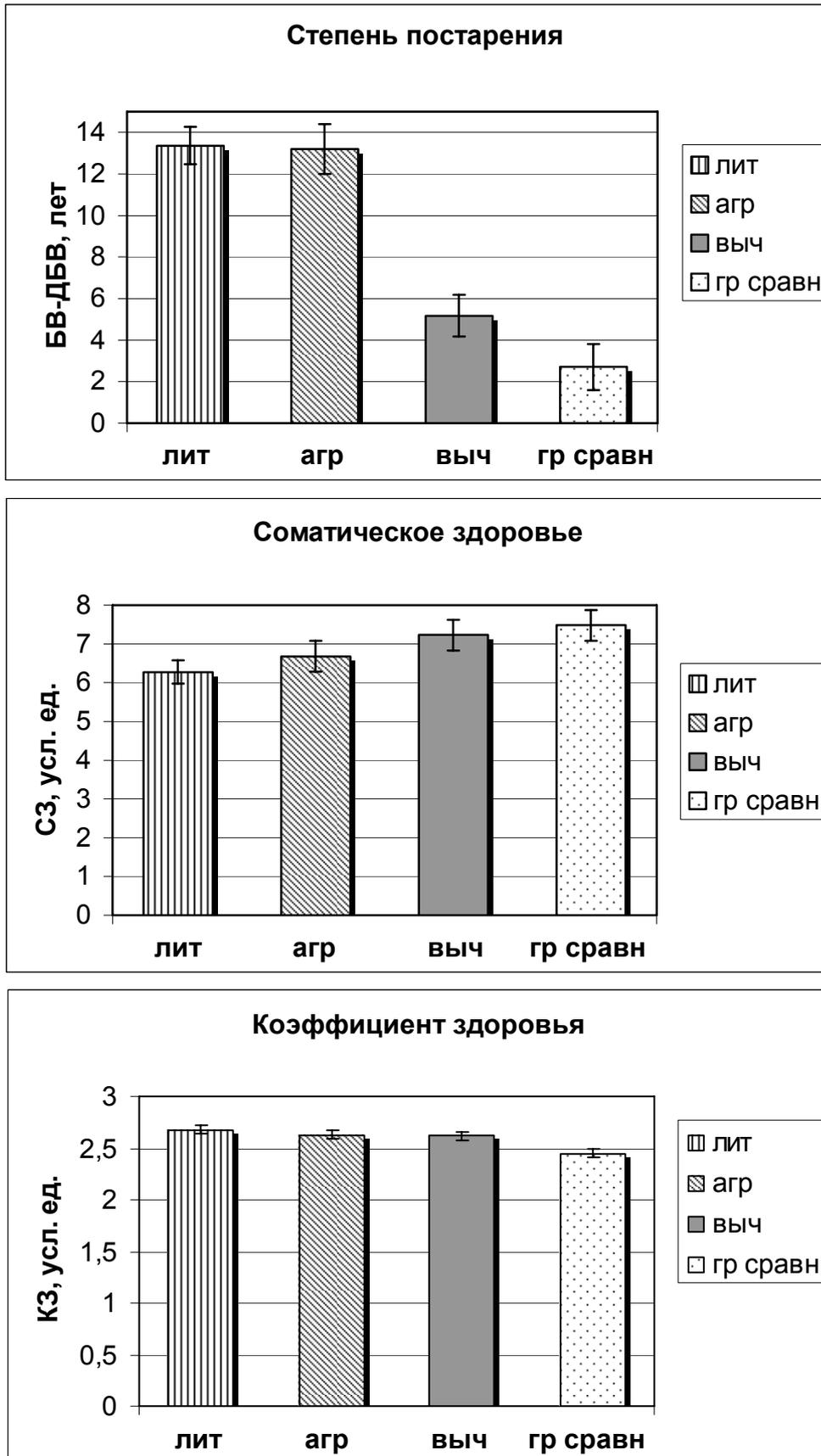


Рис. 6. Комплексная оценка здоровья испытуемых

На основе изученных данных разработана математическая модель, способная рассчитывать вероятностные уровни физического здоровья людей, работающих в машиностроительной отрасли, учитывающая сочетанное воздействие компонентов локального загрязнения воздуха рабочей зоны, а также возраст и стаж работы во вредных условиях. Программа «Диагностика индивидуального здоровья» учитывает 15 внешних факторов: содержание в воздухе рабочей зоны фенола, угарного газа, 3-х видов кварцевой пыли, аммиака, пыли алюминия, минеральных масел, пыли корунда, хромового ангидрида, едких щелочей, формальдегида, а также уровень шума, вибрации и высоких температур. Значения внешних факторов можно изменять в зависимости от реальных условий труда. Исходными данными для прогноза являются сведения о поле, возрасте, росте испытуемого, его артериальном давлении (АДС, АДД), жизненной емкости легких, задержках дыхания после глубокого вдоха и выдоха, времени статической балансировки, самооценке здоровья, данные о массе тела, силе руки, частоте сердечных сокращений и времени ее восстановления после дозированной физической нагрузки, сведения о стаже работы в неблагоприятных условиях труда. Результатом работы программы является отчет об уровне здоровья человека, и прогноз об изменении физиологических показателей при дальнейшей работе в данных условиях. Прогностические данные рассчитываются на основе уравнений множественной регрессии, приведенных ранее. Данная программа работает в оболочке Windows 98, 2000, XP. Удобный интерфейс программы позволяет быстро освоить работу системы. Разработанная программа «Диагностика индивидуального здоровья» позволяет прогнозировать изменение уровня физического здоровья людей и своевременно принимать предупредительные меры.

Выводы

1. Промышленные поллютанты и физические факторы производственной среды вызывают деструктивные изменения в уровне соматического здоровья, степени постарения, и коэффициенте здоровья. Выявлена тенденция ухудшения показателей физического здоровья в ряду: группа сравнения→вычислительный центр→агрегатный цех→литейный цех.
2. Лица, работающие в условиях с более высокими показателями техногенной нагрузки, имеют выраженное изменение параметров сердечно-сосудистой и дыхательной систем во всех возрастных группах. У работников литейного и агрегатного цехов отмечено статистически достоверное увеличение артериального дав-

ления, снижение жизненной емкости легких, уменьшение времени произвольной задержки дыхания.

3. Обнаружены достоверные различия между группой сравнения и работниками завода по таким показателям, как статическая балансировка, жизненная емкость легких, задержка дыхания на вдохе, сила руки, систолическое и диастолическое артериальное давление, индекс жизненной емкости легких, индекс Робинсона.
4. По количеству вредных веществ и величине комплексного показателя загрязнения, воздух рабочей зоны в литейном и агрегатном цехах оценивается как умеренно загрязненный, что соответствует III степени загрязнения.
5. Уровень функциональных и интегральных показателей физического здоровья у работников машиностроительной отрасли определяется сочетанным воздействием факторов физической и химической природы, стажем работы на вредном производстве. Среди факторов техногенной нагрузки наиболее существенное влияние оказывают высокие температуры и производственный шум.

Список опубликованных работ по теме диссертации.

1. Кукушкина* Ю.Е., Цветкова А.В. Оценка показателей кардио-респираторной системы у юношей-студентов // Современные проблемы естествознания: Материалы международной научно-практической конференции молодых ученых. Владимир. - 2001. С.109-110.

2. Кукушкина* Ю.Е., Тятенкова Н.Н. Оценка биологического возраста у работников литейного цеха ОАО «Автодизель» // Актуальные проблемы экологии Ярославской области: Материалы 2-ой научно-практической конференции. Ярославль. - 2002. Т.2. С. 13-17.

3. Кукушкина* Ю.Е. Оценка показателей внешнего дыхания у работников литейного и сборочного цехов ОАО «Автодизель» // Здоровье в XXI веке – 2002: Материалы докладов международной научно-практической конференции 25-28 сентября 2002 г. Москва-Тула. - 2002. С. 141-142.

4. Карсакова Ю.Е. Оценка биологического возраста у работников вредного производства // Научно-исследовательская деятельность в классическом университете: ИвГУ-2003: Материалы научной конференции, Иваново, 19-21 февраля 2003 г. – Иваново: Иван. Гос. ун-т, 2003. С.80-81.

5. Карсакова Ю.Е., Петров С.Н. Оценка соматического здоровья у юношей-студентов//Материалы Всероссийской научной конференции, посвященной 200-

летию Ярославского государственного университета им. П.Г. Демидова, 30-31 октября 2003 г.: Биология, экология, химия, безопасность жизнедеятельности, Яросл. гос. ун-т. – Ярославль, 2003. – С. 101-104.

6. Карсакова Ю.Е. Определение биологического возраста у работников ОАО ЯЛКЗ «Русские краски»//Материалы Седьмой Всероссийской медико-биологической конференции молодых исследователей, 18 апреля 2004 г./ Отв. редактор доц. Балахонov А.В. – Санкт-Петербург: СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2004. – С. 116-117.

7. Карсакова Ю.Е., Лебедев В.Г. Комплексная оценка влияния условий литейного производства на организм человека //Российский физиологический журнал. – 2004. - №8. – Т.90. – Ч.2. – С.318.

8.Тятенкова Н.Н., Карсакова Ю.Е., Сухарев И.Е. Биологический возраст работников химического производства //Экологические проблемы уникальных природных и антропогенных ландшафтов /Материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Ярославль, 2004. – С. 305-309.

9. Карсакова Ю.Е., Хлякина О.В., Тятенкова Н.Н. Влияние техногенных факторов на показатели здоровья жителей промышленного города //Вестник Поморского университета. Серия «Естественные и точные науки», 2006. - №3.-С. 46-50.

* Опубликовано автором под фамилией Кукушкина Ю.Е.