

УДК 502:613 (571.621)

А. С. Чубатов, Е. О. Клинская

ФАКТОРНЫЙ АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ
АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА
НА КАЧЕСТВО АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА
Г. БИРОБИДЖАНА И НА ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ ДЕТСКОГО
НАСЕЛЕНИЯ БОЛЕЗНЯМИ ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ

Проведен анализ степени влияния автомобильного транспорта на качество атмосферного воздуха г. Биробиджана. Определена загруженность улиц г. Биробиджана автотранспортом, оценен экологический ущерб воздействия автомобильного транспорта на окружающую среду с помощью расчета площади загрязнённой территории и массы вредных веществ, поступающих от движущихся автотранспортных средств. Изучена зависимость между количеством выбросов загрязняющих веществ автотранспортом и заболеванием органов дыхания детей г. Биробиджана.

Ключевые слова: автотранспорт, экологический ущерб, качество атмосферного воздуха, заболеваемость органов дыхания, корреляционный анализ

Chubатов A.S., Klinskaya E.O. The work of road transport as a factor adversely affecting the quality of the air of the city of Birobidzhan and to increase children's respiratory diseases

The analysis of a degree influence of motor transport on quality of atmospheric air of is carried out Birobidzhans. The congestion of streets of is determined Birobidzhans the vehicle, appreciates ecological damage of influence of motor transport on an environment with the help of account of the area of the polluted territory and weight of harmful substances acting from driven vehicles. The dependence between quality of emissions of polluting substances by a vehicle and diseases of bodies of breath of children of is investigated Birobidzhans.

Key words: Motor transport, Environmental damage, Ambient air quality, The incidence of respiratory, Correlation analysis

Одной из острейших экологических проблем городов России в настоящее время является антропогенное загрязнение атмосферного воздуха. Основным источником его загрязнения, кроме промышленных предприятий, является автотранспорт. Загрязнение происходит вследствие увеличения количества автомобилей и сжигания ими огромных объемов топлива, отсут-

ствия на автомобилях современных средств снижения выбросов, каталитического дожига выхлопных газов [12]. При интенсивном росте мегаполисов автомобильный транспорт стал самым неблагоприятным экологическим фактором в охране здоровья человека и природной среды. Основными загрязняющими веществами, поступающими в атмосферу при работе передвижных источников, являются: твердые вещества, диоксид серы, диоксид азота, летучие углеводороды, свинец, оксид углерода [4]. Воздействие вредных веществ на организм человека приводит к различным нарушениям здоровья, например, раздражению дыхательных путей и возникновению заболеваний органов дыхания, понижению кровяного давления, потере сознания, понижению иммунологической активности организма, поражению нервной системы, приступам сердечно-сосудистой недостаточности, образованию злокачественных опухолей и др. [1], [5], [7], [9], [10], [12].

В городе Биробиджане, как и в большинстве других городов России, к основным источникам загрязнения атмосферного воздуха относится автотранспорт. За последние годы значительно вырос автопарк, находящийся в личном владении жителей г. Биробиджана. До ввода в эксплуатацию объездной дороги трассы федерального значения Хабаровск – Чита Биробиджан пропускал через себя поток транзитных автомобилей (подержанных «японских иномарок»), имеющих неконтролируемый выхлоп, и перегоняемых из Владивостока в центральные регионы России. Вклад автотранспорта в суммарное загрязнение атмосферы ЕАО составляет 40,2 %, в Биробиджане же он достигает 54 % [3].

Одной из особенностей города является расположение его главных улиц. Все автомобильные потоки движутся по трем направлениям, что сказывается на загруженности города. На улицах Пушкина, Калинина, и Проспекте 60-летия СССР скапливается значительное количество автомобилей, что ведет к существенному повышению выбросов вредных веществ. Этому также способствует установка большого количества светофоров в центре города.

Анализ заболеваемости населения Еврейской автономной области (ЕАО) показал, что за последние годы болезни органов дыхания у детей и подростков находятся на первом месте (61,6 % и 45,4 % соответственно) [8]. Как известно, для детского организма свойственна большая абсорбция химических веществ, загрязняющих окружающую среду [13], [14]. Поэтому воздействие загрязнения атмосферного воздуха на здоровье населения лучше учитывать у детей, чем у взрослых, поскольку у них также отсутствуют вредные привычки, контакт с вредными веществами на производстве и т. д.

В связи с этим, мы задались целью оценить степень влияния автомобильного транспорта на качество атмосферного воздуха г. Биробиджана и выявить возможную зависимость между уровнем загрязнения атмосферного

воздуха автотранспортом и заболеваемостью органов дыхания детского населения столицы ЕАО.

В ходе проведенного исследования нами было изучено количество и возрастная структура автомобилей г. Биробиджана. Определена загруженность его улиц автотранспортом, оценен экологический ущерб воздействия автомобильного транспорта на окружающую среду и изучена зависимость между количеством выбросов загрязняющих веществ автотранспортом и заболеваний органов дыхания детей г. Биробиджана.

Анализ количества автомобильного транспорта на территории г. Биробиджана показал, что в последние годы проблема загрязнения атмосферного воздуха обостряется в связи с ростом парка легковых автомобилей. Общее их количество с 2002-2006 гг. увеличилось в 1,1 раза. Изменилась и структура автотранспорта города. Так, если в 2002 году на долю легковых автомобилей приходилось 83,5 %, то к 2006 г. она составила 90 %. Парк автобусов и грузового автотранспорта стабилен – 3,5 % и 10,5 % соответственно. Анализ возрастной структуры автомобильного транспорта г. Биробиджана показал, что 80-85 % грузовых автомобилей и 63-65 % автобусов имеют срок эксплуатации свыше 10-13 лет, т.е. они уже выработали свой ресурс.

Как известно, движение любого транспортного средства с постоянной скоростью характеризуется минимумом выбросов загрязняющих веществ. Когда же интенсивность транспортного потока такова, что машины постоянно останавливаются, трогаются, выхлоп резко возрастает. Кроме этого, наиболее вредные выхлопы во время работы двигателя на холостом ходу [2]. В г. Биробиджане на центральных магистралях расстояние между светофорами составляет 100-500 метров, а с учетом автобусных остановок и нерегулируемых пешеходных переходов автомашинам приходится замедлять ход значительно чаще. Поэтому при изучении загруженности улиц г. Биробиджана автотранспортом в качестве станций исследования были определены перекрестки улиц Калинина и Пушкина, Пионерской и Бумагина, Шолом-Алейхема и 40 лет Победы.

Для изучения загруженности улиц Биробиджана была использована методика, предложенная А.И. Федоровой [11]. Согласно ГОСТ-17.2.2.03-77 низкая интенсивность движения автомобилей характерна для дорог с пропускной способностью 2,7-3,6 тыс. автомобилей в сутки, средняя – 8-17 тыс. в сутки и высокая – 18-27 тыс. автомобилей в сутки.

Данные, полученные при изучении загруженности улиц города Биробиджана автотранспортом, представлены на рис. 1. Было установлено, что все исследуемые перекрестки характеризуются своей интенсивностью движения. Перекресток улиц Калинина и Пушкина в среднем за один час пропускает через себя 735 автомобилей, что составляет 17,6 тыс. в сутки. Ин-

тенсивность движение автотранспорта на этом участке города характеризуется средней. На перекрестке улиц Пионерская и Бумагина в среднем за один час проезжает 962 автомобиля, а за сутки 23,1 тыс. и интенсивность движения автомобилей на этом участке оценивается высокой. На перекрестке улиц Шолом-Алейхема и 40 лет Победы за один час было зарегистрировано 450 проезжающих автомобилей, а в сутки составило около 10,8 тыс. и исследуемый участок характеризуется средней интенсивностью движения автотранспорта.

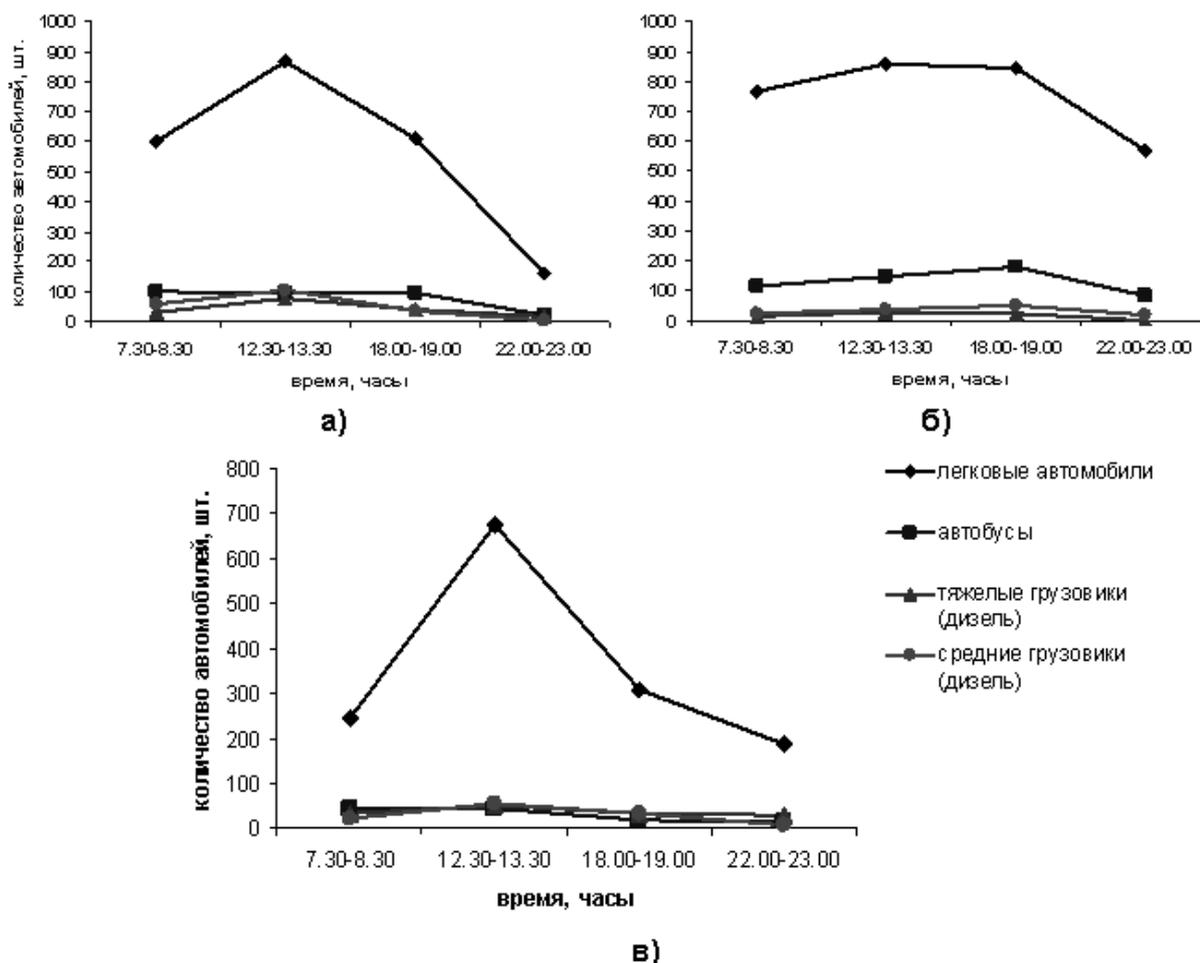


Рис. 1. Количество автомобилей в разное время суток на перекрестках улиц Калинина и Пушкина (а), Пионерской и Бумагина (б), Шолом-Алейхема и 40 лет Победы (в)

Анализируя количество автотранспорта на исследуемых перекрестках, установлено, что максимальное количество легковых автомобилей приходится на обеденное (12.30-13.30) и вечернее (18.00-19.00) время. Самое большое количество легковых автомобилей наблюдается на перекрестке улиц Бумагина и Пионерской, а самое маленькое на перекрестке улиц Шолом-Алейхема и 40 лет Победы.

Количество грузовых автомобилей на перекрестке улиц Калинина и Пушкина превышает количество таких же автомобилей на перекрестках улиц Шолом-Алейхема и 40 лет Победы, Пионерская и Бумагина в 2 и 2,5 раза соответственно. Это объясняется тем, что улица Калинина является одной из немногих дорог, разрешенных для движения грузовых автомобилей в центре города, а также на данный момент является частью федеральной трассы Хабаровск – Чита.

При оценке экологического ущерба воздействия автомобильного транспорта на окружающую среду нами был произведен расчет площади загрязнённой территории и массы вредных веществ, поступающих от движущихся автотранспортных средств [11].

Площадь загрязненной территории от движущихся автотранспортных средств рассчитана по формуле:

$$S = l \left(\frac{200 + B}{1000} \right) \quad (1)$$

где l - протяженность транспортной магистрали, по которой осуществляется движение, км; B - ширина проезжей части, м.

Масса вредных веществ, поступающих от движущихся автотранспортных средств, была определена по формуле (2) с учетом коэффициента агрессивности A_i . Равные объемы выбросов загрязняющих веществ оказывают не одинаковое воздействие на окружающую среду ввиду различной токсичности составляющих компонентов. С этой целью вводится коэффициент агрессивности i -го загрязняющего вещества (A_i), который характеризует степень опасности для биогеоценозов.

$$M = \sum_{i=1}^n m_i \cdot A_i \quad (2)$$

n – количество загрязняющих веществ, выбрасываемых в окружающую среду с отработавшими газами от автомобильного транспорта, m_i – масса выбросов i -го загрязняющего вещества.

$$m_i = q_i \cdot \rho \cdot Q \cdot 10^{-3} \quad (3)$$

где m_i – масса выбросов i -го загрязняющего вещества, кг; q_i – величина удельного выброса i -го загрязняющего вещества при расходе 1 л топлива, г/кг; ρ – плотность топлива, кг/л; Q – расход топлива, л. Плотность ди-

зельного топлива принимается равной 0,815-0,855 кг/л, плотность бензина – 0,720-0,770 кг/л. Значения величины Q_i представлены в таблице 1.

Таблица 1

Структура токсичных компонентов при сжигании 1 л топлива

Основные компоненты отработавших газов	Бензин		Дизельное топливо	
	г	%	г	%
Оксид углерода (II)	225	74,1	25	25,8
Оксиды азота (IV)	55	18,1	38	39,2
Углеводороды	20	6,6	8	8,2
Оксиды серы (IV)	2	0,7	21	21,6
Твердые частицы	1,5	0,5	5	5,2

Данные о расходе топлива каждого вида автомобильного транспорта с учетом дорожно-транспортных факторов, вычисляется по формуле:

$$Q = 0,01 \cdot H \cdot L \cdot (1 + 0,01) \quad (4)$$

где H - базовая норма расхода топлива на пробег, л/100 км; L - пробег автотранспортного средства, км.

Данные, полученные при расчете массы вредных веществ, поступающих от движущихся автотранспортных средств, представлены в таблице 2 [11]. Анализ этих данных показал, что самый большой вклад в загрязнение окружающей среды вносят автобусы марки «ПАЗ».

Таблица 2

Масса выбросов загрязняющих веществ от автотранспорта, кг

Тип автотранспорта	CO ₂	NO ₂	SO ₂	Углеводороды	Твердые частицы	Всего
Легковые автомобили	0,0015	0,0004	0,00002	0,00013	0,00001	0,0021
Тяжелые грузовики	0,0006	0,0009	0,0005	0,0002	0,0001	0,0022
Легкие грузовики	0,0003	0,0004	0,0002	0,00009	0,00006	0,001
Автобус марки «ПАЗ»	0,006	0,0014	0,00005	0,0005	0,00004	0,0083
Автобус марки «Хендай»	0,0006	0,0009	0,0005	0,0002	0,0001	0,002

При расчете массы выбросов загрязняющих веществ с учетом коэффициента агрессивности (табл. 3) отмечено, что масса выбросов загрязняющих веществ значительно возрастает (примерно в 4 раза).

Таблица 3

Масса выбросов загрязняющих веществ с учетом агрессивности, кг:

Тип автотранспорта	CO ₂	NO ₂	Углеводороды	Твердые частицы
Легковые автомобили	0,00612	0,06576	0,000652	0,012
Тяжелые грузовики	0,0024	0,14796	0,001008	0,08
Легкие грузовики	0,0012	0,06576	0,0004536	0,048
Автобус марки «ПАЗ»	0,024	0,23016	0,00252	0,032
Автобус марки «Хендай»	0,0024	0,14796	0,001008	0,08

При проведении данных исследований было выявлено, что больше всего загрязняющих веществ образуется при эксплуатации автобусов марки

«ПАЗ». Так в сравнении с автобусами корейского производства, работающих на дизельном топливе, при работе у автобусов «ПАЗ» образуется в 10 раз больше углекислого газа, в полтора раза больше оксида азота, углеводородов в 2,5 раза.

В процессе проведения подсчетов оказалось, что все транспортные средства, работающие на дизельном виде топлива, выбрасывают в среду почти в 10 раз больше SO_2 и твердых частиц, нежели автомобили с бензиновым двигателем.

Для определения площади загрязненной территории нами были выбраны улицы: Шолом-Алейхема, Советская (от ул. Пушкина до перекрестка на г. Хабаровск), Пионерская (от ул. Димитрова до ул. 40-лет Победы), Ленина. Данные, полученные в ходе расчетов представлены в табл. 4.

Таблица 4

Площадь загрязненной территории от автомобильного транспорта

Название улицы	Длина улицы, км	Площадь загрязненной территории, км ²
ул. Шолом-Алейхема	4,5	0,9
ул. Ленина	1,2	0,24
ул. Пионерская	2,9	0,58
ул. Калинина	1,8	0,36
ул. Советская	3	0,6

При изучении загрязненности улиц было выявлено, что самой большой площадью загрязнения от движущихся автомобилей обладает ул. Шолом-Алейхема (0,9 км²). Затем идут: ул. Советская (0,6 км²), ул. Пионерская (0,58 км²), ул. Ленина (0,24 км²). Общая площадь загрязненной территории от автомобильного транспорта составляет 25,8 км², что составляет почти одну шестую часть общей площади города.

Уровень автомобилизации накладывает большой отпечаток на территориальную организацию городского хозяйства. Кроме того, что отчуждаются земли под транспортные магистрали, появляется необходимость развития инфраструктуры сервисного обслуживания автотранспорта (автозаправочные станции, станции и пункты технического обслуживания и ремонта автомобилей, автомойки, гаражи, автостоянки и т.д.). А это в свою очередь часто сопровождается нарушением природоохранных требований, что приводит к возникновению и развитию у населения разных заболеваний и в первую очередь болезней органов дыхания.

При выявлении зависимости между заболеваниями органов дыхания у детей г. Биробиджана и загрязнением атмосферного воздуха автотранспортом был использован корреляционный анализ. Для вычисления зависимостей были использованы среднегодовые данные по количеству выбрасываемых вредных веществ (оксидов углерода и азота, сажи) автотранспортом из ежегодных государственных докладов «О санитарно-эпидемиологической

обстановке в Еврейской автономной области» (2005-2008 гг.), а также данные об общей среднегодовой заболеваемости органов дыхания детского населения города [6]. Коэффициенты корреляции (R) получены с помощью компьютерного пакета Statistica 6,0 for Windows.

Установлено, что существует значимая прямая корреляция со средней степенью взаимосвязи между количеством заболеваний органов дыхания (первичная заболеваемость) у детей г. Биробиджана и выбросами автомобильным транспортом оксидов углерода, азота и сажи ($r = 0,6$; $r = 0,5$; $r = 0,5$ соответственно). А также определена значимая средняя зависимость между выбросами в атмосферный воздух оксидов углерода, азота и общей распространенностью заболеваний верхних дыхательных путей детского населения города ($r = 0,5$; $r = 0,5$ соответственно). Данные свидетельствуют о том, что с увеличением массы выбросов загрязняющих веществ (оксидов углерода и азота, сажи) в атмосферный воздух от автомобильного транспорта возрастает число заболеваний верхних дыхательных путей.

Анализируя данные по заболеваемости органов дыхания у детей, находящихся под диспансеризационным наблюдением прослеживается незначительная взаимосвязь ($r = 0,1$) с увеличением массы выбросов загрязняющих веществ от автомобилей. Это объясняется тем, что при проведении диспансеризации данные виды заболеваний не всегда удается выявить и учесть.

Таким образом, проведенные исследования по изучению влияния автомобильного транспорта на качество атмосферного воздуха г. Биробиджана и заболеваемость детского населения болезнями органов дыхания показали, что наибольшее количество легковых автомобилей наблюдается на пересечении улиц Бумагина и Пионерской. Данный участок дороги характеризуется высоким интенсивным движением. Перекрестки улиц Калинина – Пушкина и Шолом-Алейхема – 40 лет Победы характеризуются средней интенсивностью движения. Среди изученных типов автотранспорта автобусы марки «ПАЗ» обладают самыми вредными для окружающей среды выбросами загрязняющих веществ. Самой большой площадью загрязнения от выбросов автомобилей обладает ул. Шолом-Алейхема. Общая площадь загрязненной от автомобильного транспорта территории города Биробиджана составляет $25,8 \text{ км}^2$ (17 % от общей площади города). Полученные коэффициенты корреляции показывают, что загрязнение атмосферного воздуха выбросами автотранспорта является одним из возможных факторов, влияющих на количество заболеваний органов дыхания детей г. Биробиджана.

Запретить движение автотранспорта по городу невозможно, поэтому мы считаем, что жителям города, водителям автотранспорта и городскому хозяйству нельзя пренебрегать следующими рекомендациями:

1. увеличить количество зелёных насаждений, наряду с деревьями высадить «зелёные изгороди» из кустарников, озеленить балконы;
2. чаще поливать проезжую часть, тротуары и делать влажную уборку в квартирах;
3. контролировать движение транзитного автотранспорта, не допускать его движения через город, т. к. существует объездная дорога;
4. водителям автомобилей следить за состоянием автотранспорта, так как неисправные двигатели выбрасывают в окружающую среду больше отходов;
5. использовать подземное пространство для автостоянок и гаражей;
6. переводить транспорт на менее токсичное газовое топливо.

Литература

1. Антонов, К.Л., Константинова, Е.Д., Вараксин А.Н. Воздействие выбросов автотранспорта на здоровье детей Екатеринбурга // Гигиена и санитария. – 2007, №5. – С. 28-32.
2. Бокрис, Дж. О. М. Химия окружающей среды. М.: Химия, 1982. – С. 197-238.
3. Государственный доклад «О санитарно-эпидемиологической обстановке в Еврейской автономной области в 2007 году». Биробиджан, 2008. – 109 с.
4. Зайков, Д.В., Коган, Р.М. Оценка влияния автотранспортного комплекса на атмосферный воздух на территории Еврейской автономной области // Современные проблемы регионального развития: материалы II междунар. науч. конф. Биробиджан, 6-9 октября 2008 г. Биробиджан: ИКАРП ДВО РАН, 2008. – С. 14-15 с.
5. Зайцева, Н.В., Тырыкина, Т.И., Землянова, М.А. Влияние на здоровье населения выбросов свинца автотранспортом // Гигиена и санитария. – 1990, №3. – С.3-4.
6. Здравоохранение в Еврейской автономной области. Статистический сборник. Биробиджан: Еврстат, 2007. – 51 с.
7. Иваненко, А.В., Волкова, И.Ф., Корниенко, А.П. Выбросы автотранспорта, качество атмосферного воздуха и здоровье населения Москвы // Гигиена и санитария. – 2007, №6. – С. 20-21.
8. Информационный бюллетень по оценке влияния факторов среды обитания на здоровье населения ЕАО и муниципальных образований за 2008 год (ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Еврейской автономной области»). Биробиджан, 2009. – 26 с.
9. Новиков, Ю.В. Экология, окружающая среда и человек. – М.: ФАИР-ПРЕСС, 2000. – 320 с.
10. Протасов, В.Ф. Экология, здоровье и охрана окружающей среды в России. Учебное и справочное пособие. - 2-е изд. – М.: Финансы и статистика, 2000. – 672 с.
11. Федорова, А.И., Никольская, А.Н. Практикум по экологии и охране окружающей среды. – М: Владом, 2003. – 288 с.
12. Христофорова, Н.К. Экологические проблемы региона: Дальний Восток – Приморье. Хабаровск: Хабаровск. кн. изд-во, 2005. – 304 с.
13. Bearer, C.F. How Are Children Different from Adults? / C.F. Bearer // Environmental Health Perspectives. – 1995. – Vol. 103, Supplement 6, № 9. P. 7-12.
14. Metzger, R. Environmental Health and Hispanic Children / R. Metzger, J.L. Delgado, R. Herrell // Environmental Health Perspectives. – 1995. – Vol. 103, Supplement 6, № 9. P. 25-32.