

**Дакі О.А.** Державний університет інфраструктури та технологій, доктор технічних наук, доцент, директор Дунайського інституту водного транспорту Державного університету інфраструктури та технологій, м.Ізмаїл

## **ДЕЯКІ ПИТАННЯ ФУНКЦІОНУВАННЯ ДВИГУНІВ ЗАСОБІВ ВОДНОГО ТРАНСПОРТУ**

**Постановка проблеми.** Доставка вантажів за допомогою засобів водного транспорту характеризується своєю універсальністю, надійністю та невисокою ціною. Перевезення за допомогою засобів водного транспорту дозволяє знизити собівартість транспортування вантажу. Даний вид перевезення найбільш ефективний при перевезенні великих обсягів вантажу [1–5].

Основною проблемою водного транспорту України є значний моральний і фізичний знос транспортних засобів. Переважна більшість суден України експлуатується понад 25 років. Отже, їхній технічний стан іноді не дозволяє перевозити вантажі на велику відстань. Певні порти країн світу навіть забороняють суднам України вхід на внутрішній рейд [4–5].

У відповідності до законодавства України потрібно забезпечувати технічний нагляд та судноплавний нагляд за засобами водного транспорту незалежно від форм власності судна і його власника [5].

Головним елементом практично усіх засобів водного транспорту є двигунна установка – сукупність двигуна та додаткового обладнання для забезпечення руху такого засобу.

Таким чином, для забезпечення безаварійної експлуатації засобів водного транспорту необхідна відповідна система контролю їх технічного стану, яка дозволить своєчасно виявити можливі збої (несправності) у роботі двигунів і запобігти додатковим витратам під час рейсу.

**Мета дослідження** – розкрити деякі питання функціонування двигунів засобів водного транспорту.

Останнім часом збільшилась частина вантажоперевезень водним транспортом [1–3]. При цьому застосовуються як відносно невеликі засоби (судна) для транспортування вантажів річковим транспортом, так і засоби водного транспорту для трансатлантичних перевезень.

З метою економії витрат на доставку вантажу або для швидкої доставки продуктів харчування необхідно завчасно планувати оптимальний маршрут для зменшення часу рейсу. Але, при цьому слід враховувати й технічний стан засобів водного транспорту, який може значно впливати на вартість перевезення [6, 7].

Враховуючи те, що переважна більшість засобів водного транспорту України (включаючи ті, що знаходяться в оренді інших компаній) має значну витрату ресурсу, актуальним науковим завданням є розробка методу діагностичного контролю технічного стану двигунів засобів водного транспорту для своєчасного усунення можливих несправностей [8]. Це забезпечить оптимальні (планові) витрати на перевезення вантажів за допомогою засобів водного транспорту та дозволить зменшити (а може і, взагалі, уникнути) додаткові (непланові) витрати при цьому.

## **Виклад основного матеріалу дослідження.**

### **1. Двигуни внутрішнього згоряння**

Двигуни внутрішнього згоряння (ДВЗ) є найбільш розповсюдженими на засобах водного транспорту. Потужність головних і допоміжних двигунів судових енергетичних установок (СЕУ) знаходиться в діапазоні від декількох сотень до десятків тисяч кіловат. При середній питомій ефективній витраті палива (180...185) г/(кВт·час) добова витрата палива головним (ходовим) двигуном (ГД) може становити (200...250) т/добу, а допоміжними двигунами (ДД), кількість яких на сучасних суднах до 4-х, а кількість паралельно

працюючих до 3-х, – (10...12) т/добу. Основні технічні характеристики двигунів засобів водного транспорту наведені у табл.1 – табл.5.

Таблиця 1

Дизельні двигуни для засобів водного транспорту внутрішнього та змішаного («ріка – море») типу

Тип засобу водного транспорту	Потужність, кВт	
	Головні двигуни	Гвинто-рульові комплекси
Суховантажні засоби змішаного типу дедвейтом близько 5,0...7,0 тис. т	з 40 до 900...1200	з 40 до 900...1200
	з 10 до 1800...2500	немає
Танкери змішаного типу дедвейтом близько 7,0 тис. т	з 140 до 1000...1200	з 140 до 1000...1200
Суховантажні засоби дедвейтом близько 5,4 тис. т	з 100 до 1000...1200	з 100 до 1000...1200
Танкери дедвейтом близько 5,4 тис. т	з 80 до 1000...1200	з 80 до 1000...1200
Танкери дедвейтом близько 3,4 тис. т	з 20 до 800...1000	з 20 до 800...1000
Суховантажні засоби дедвейтом близько 3,4 тис. т	з 10 до 800...1000	з 10 до 800...1000
Річні товкачі та буксири	з 60 до 800...1200	з 60 до 800...1200
Бункерувальники паливом дедвейтом близько 6 тис. т	з 10 до 1600	з 10 до 1600
Бункерувальники паливом і мастилом дедвейтом близько 3 тис. т	з 35 до 800...1000	з 35 до 800...1000
Бункерувальники паливом і мастилом дедвейтом близько 2 тис. т	з 35 до 600...800	з 35 до 600...800
Бункерувальники паливом і мастилом дедвейтом близько 800 т	з 50 до 300...400	з 50 до 300...400

Дизельна енергетична установка сучасних СЕУ комплектується мало-оборотним дизелем (МОД) і середньо-оборотним дизелем (СОД). МОД, що працюють по двотактному циклу, використовуються як ГД, що передає потужність на гвинт. Цю ж функцію можуть виконувати середньо-оборотні чотиритактні дизелі, проте найбільшого застосування вони отримали як ДД для приводу суднових електрогенераторів.

Таблиця 2

Основні технічні показники високооборотних дизелів малої потужності засобів водного транспорту

Агрегатна потужність, кВт	Основні розміри, см	Циліндрова потужність, кВт	Середня ефективна потужність, МПа	Питома ефективна витрата палива, г/(кВт·год)	Питома маса, кг/кВт
8,8...44,1	8,5/11 9,5/11	5,15...7,35	0,62	238...272	10,4
40...125	11/12,5	16,75...20,8	1,06	220	6,4...7,3
103...132	15/20,5	33	0,92	218	14,3
100...140	10,5/12,8	25...35	1,2...1,6	193...197	3,4...4,6
72...195	10,8/13	20,25	1,2...1,4	215	4,6...6,5
12...170	8,4/9 10,5/13,5	43,5	0,65...2,04	205...248	4,4...14
9...150	6,7/7,2 8,1/9,35 8,4/100	4,5...50	0,9...1,35	230...207	2,4...4,0

Як паливо для ДВЗ використовуються рідкі нафтопродукти, які традиційно поділяються на важкі та легкі (дизельні). Ця класифікація базується на питомій вазі, а точніше щільності палива, яка для дизельних палив при 20°C лежить в межах (840...860) кг/м<sup>3</sup>, а для важких до 980 кг/м<sup>3</sup> [8–10].

Таблиця 3

Основні технічні показники високооборотних дизелів середньої потужності  
засобів водного транспорту

Агрегатна потужність, кВт	Основні розміри, см	Циліндрова потужність, кВт	Середня ефективна потужність, МПа	Питома ефективна витрата палива, г/(кВт·год)	Питома маса, кг/кВт
603...4800	21/21 18,5/21,5	100...240	1,44...1,65	194...229	6,4...9,1 3,7...4,7
215...1320	21/21 21/26	83,2...112 108...118	1,4...1,82 1,2...1,6	209...226 195...225	7,0...8,06
500...990	18/20	83	0,95...1,28	213...220	2,7...3,36
110...590	13/14 14/14	18,3...49,2	0,79...1,3	195...224	3,8...5,8
154...324	12/12 12/13	19,25...40,5	0,65...0,8	200...265	2,0...3,1
110...220	15/15 15/18	18,3...22	0,63...1,01	218...242	6,3...7,1
335...736	15/16 15/18	31...61	1,16...1,19	201...247	1,5...2,1
186...824	12/14 13,7/16,5 17/19	31...103	1,8...2,26	199...201	5,1...6,8
384...2040	12,8/14,2 16,5/18,5	32...170	1,93...2,36	195...205	5,6...2,4
732...1464	18,5/21	122	2,2	190	4,6...3,5
212...316	10,5/13	52,7	2,17	203	2,75...3,3
320...900	8,6/9,6 10,6/11 16,5/21,9	104...123	1,8...2,1	194...205	1,8...2,1
690...1560	17/20	115...130	2,02	196	3,2...5,5
330...430	11,5/14,4 12,7/14	54...63,7	1,93...2,56	199...201	2,6...3,5
800...900	17/17	148	2,27	197	2,5
348...1536	12,8/14	58...127	1,87...1,92	192...199	2,4...2,5

Основні технічні показники високооборотних дизелів великої потужності  
засобів водного транспорту

Агрегатна потужність, кВт	Основні розміри, см	Циліндрова потужність, кВт	Середня ефективна потужність, МПа	Питома ефективна витрата палива, г/(кВт·год)	Питома маса, кг/кВт
700...4800	18,5/21,5 21/21	116...240	1,44...1,65	204...220	3,7...4,7
1765...7355	16/17	42...70	0,89...1,18	222...243	2,0...2,24
2472...7400	19/21 23/23 23/28	206...345	2,42...3,03	189...200	2,6...5,5
2160...3600	20/24	180...200	2,44	190...196	4,8...6,0
4320	20,5/22	270	2,64	191	3,4
1952...2196	18,5/21	122	2,2	190	4,6...3,5
3708...3924	18,5/19,6 19,7/21,6	206...218	2,27...2,56	191...194	2,8...2,6
168...2240	17/17	140	2,18	201	2,2

## 2. Середньооборотні дизелі

До СОД засобів водного транспорту відносяться двигуни, частота обертання колінчастого вала яких на номінальному режимі складає (300...1000) об/хв. У разі використання СОД як основного двигуна колінчастий вал дизеля безпосередньо з'єднаний з ротором електрогенератора та їх частоти обертання збігаються. Якщо СОД виконує функції ГД колінчастий вал дизеля та гребний вал з'єднані редукторною передачею, що забезпечує знижену частоту обертання гребного гвинта порівняно з частотою обертання колінчастого вала двигуна. СЕУ з СОД як ГД застосовуються в світовому суднобудуванні вже багато років. Однак через високі витрати палива, малу циліндрову та агрегатну потужність й недостатню надійність та довговічність СОД довгий час не могли конкурувати з МОД [11, 12].

Таблиця 5

Основні технічні показники середньо-оборотних дизелів засобів водного транспорту

Агрегатна потужність, кВт	Основні розміри, см	Циліндрова потужність, кВт	Середня ефективна потужність, МПа	Питома ефективна витрата палива, г/(кВт·год)	Питома маса, кг/кВт
450...4412	30/38 26/26	112,5...231	1,4...1,7 0,88...2,2	178...186 191...200	12,8...15,7 5,2...13,4
500...1500	31,8/33 20/28	125...187	0,61...1,7	220	6,4...7,3
240...3840	23/30 22/28 32/40	40...55 116...138 480	0,52...0,54 1,58...1,77 2,39	219...226 185...195 186	23,4 14...18,4 12,2...13,2
840...25 200	57/66 57/75 42,5/60 40/50 40/46 28/35 28/29 25,5/27	1325...1400 736 750 550 295 272...325 210...220	2,33 2,36 2,31 2,39 2,2 2,19 2,18 2,13	174...180 163...168 160...166 184 183...186 185...186 197 192	7,8...19,8 21...19 19,5...18 11,1...10 8,8...6,8 8,7...6,8 7,2...5,5 8,6...6,3
1140...15 660	58/60 43/61 32/48 25,5/40 20/30	1250 870 440 290...300 190	2,23 2,44 2,49 2,37 2,42	178 176...179 176...179 184...185 185	14,2...14 13,2...12 13...11,4 11...10,4 10...9
680...1755	16/24 32/48 24/29	85 140 150...195	2,0 1,0 2,4	191 198 186	8,0 27...22 13,5...11
1164...2574	30/60 42/82	194 429	1,91 1,97	178 175	23,8 29,0

Протягом 70...80-х років минулого століття провідними дизелебудівними компаніями велася інтенсивна дослідницька та проектно-конструкторська робота, спрямована на перехід СОД на дешеві важкі палива, підвищення їх циліндричної та агрегатної потужності, зниження емісії випускних газів, зниження питомої витрати палива. Паралельно вирішувалися завдання щодо підвищення надійності та довговічності двигунів. Результат цих послідовних кроків – поява принципово нових СОД, здатних, в першу чергу, працювати на високов'язких сортах палива та що характеризуються агрегатною потужністю в межах 30000 кВт і вище [13].

Найбільшого поширення подібні дизелі отримали на пасажирських суднах, контейнеровозах малої та середньої водотоннажності, а також на спеціалізованих суднах (морських і океанських буксирах, рефулерних суднах, суднах забезпечення нафтовидобувних платформ та ін.), де вони використовуються в складі дизель-редукторних агрегатів з відбором потужності для приводів електроагрегатів, гідронасосів та інших суднових механізмів [14].

СОД засобів водного транспорту випускаються усіма дизелебудівними фірмами: Daihatsu Diesel, Hyundai Heavy Industries, MaK-Caterpillar, MAN-Burmeister & Wain, Matsui Iron Works, Mitsubishi Heavy Industries, SEMT Pielstick, The Hanshin Diesel Works, Wartsila-Sulzer, Yanmar з числом циліндрів від 4-х до 20-ти (в V-образному виконанні) і циліндричною потужністю від 15-ти до 1400 кВт [14].

На засобах водного транспорту для морських перевезень як головні двигуни використовуються двотактні МОД, циліндрична потужність яких досягає (5710...5720) кВт, а агрегатна – (68 520...68 640) кВт. Діаметр циліндрів двотактних МОД досягає (800...900) мм, а хід поршня (2300...2900)мм. Сьогодні середній вік засобів водного транспорту для морських перевезень становить понад 30 років. У найближчі (5...10) років близько 90% таких засобів будуть списані за технічним станом [14, 15].



За даними Міжнародного морського інженерного бюро засоби водного транспорту внутрішнього та змішаного («ріка – море») типу, характерні для України, розрізняють за дизельними двигунами у діапазоні потужностей від 300 кВт до 1600 кВт (табл. 1).

СОД використовуються в складі суднових енергетичних установок як головні двигуни. Сучасний стан і тенденції розвитку СОД характеризуються розробками, що забезпечують ефективне використання важких сортів палива, збільшення циліндрових і агрегатних потужностей, підвищення паливної економічності. Зниження витрати палива в сучасних СОД забезпечується за рахунок підвищення максимального тиску циклу (до 19 МПа і більше), вдосконалення системи газотурбінного наддуву, скорочення втрат енергії відпрацьованих газів і збільшення коефіцієнту корисної дії агрегатів наддуву (до 70% і більше), підвищення тиску впорскування палива (до 160 МПа і більше), збільшення механічного коефіцієнту корисної дії дизеля (до (92...93)%) [17, 18].

Реалізація зазначених шляхів підвищення паливної економічності забезпечила прогрес в процесі модернізації випуску та створення нових моделей СОД засобів водного транспорту, технічний рівень яких може бути охарактеризований такими показниками, як питома ефективна витрата палива, середній ефективний тиск, циліндрична та агрегатна потужність [17, 18]. Найважливіші показники технічного рівня СОД наведені в таблиці 5.

Результати аналізу даних таблиці 5 показують, що СОД з кількістю циліндрів від 4 до 20 виконуються як в рядному, так і V-подібному компонуванні. Такі двигуни перекривають широкий діапазон потужності від 200 кВт до 40 000 кВт. Найбільшу потужність (36 000...40 000) кВт має 18...20 циліндровий двигун серії W64 фірми «Wärtsilä». Двигуни цієї серії є також з найбільшим ходом поршня серед СОД: хід поршня складає у різних модифікацій 770 мм і 900 мм.

### 3. Високооборотні двигуни

Високооборотні двигуни (ВОД) середньої та великої потужності застосовуються в складі суднових енергетичних установок як допоміжні та головні двигуни.

Для порівняння технічного рівня ВОД доцільно провести аналіз технічних характеристик двигунів, близьких за потужністю. Основні показники технічного рівня двигунів засобів водного транспорту малої, середньої та великої потужностей представлені в табл.2 – табл 4. ВОД малої потужності використовуються у складі суднових енергетичних установок, головним чином як допоміжні та аварійні. Вони можуть мати як рідинне, так і повітряне охолодження. Більшість виробників двигунів в даному діапазоні потужностей пропонують модифікації з різною кількістю циліндрів і різними типами систем охолодження [16].

Аналіз даних табл.2 – табл.4 свідчить про те, що у кращих ВОД питома ефективна витрата палива становить (189...190) г / (кВт·год). Висока паливна економічність забезпечується за рахунок високого середнього ефективного тиску. Двигуни ряду зарубіжних фірм мають середній ефективний тиск 2,4 МПа і вище.

Високі теплові та механічні навантаження в сучасних ВОД обумовлюють необхідність забезпечувати шляхом конструктивних і технологічних заходів допустиму теплову напруженість деталей циліндро-поршневої групи (ЦПГ) і надійну роботу паливної апаратури. Подальший прогрес суднових ВОД зарубіжні експерти пов'язують з широким використанням керамічних теплостійких покриттів деталей ЦПГ, пошуком рішень, спрямованих на подальше підвищення середнього ефективного тиску та зниження питомої маси двигунів (нижче 2,0 кг/кВт), розширення використання електронних систем управління паливopoдачею, газорозподілом, повітропостачанням [17].

Для забезпечення суднових дизелів (як головних, так і допоміжних) паливом, маслом, водою та повітрям, а також для видалення відпрацьованих

газів СЕУ обладнають системами: паливною, масляною, водяного охолодження, стисненого повітря, газового випуску. Названі системи забезпечують подачу палива до паливних насосів високого тиску дизелів і його подальшого впорскування в циліндр; подачу масла на змащення та охолодження вузлів тертя; подачу охолоджуючих рідин для відводу теплоти від нагрітих деталей, подачу стисненого повітря для пуску та реверсу двигуна; подачу свіжого повітря для здійснення робочого циклу та очищення циліндра від продуктів згоряння [17, 18].

До складу систем входить велика кількість допоміжного обладнання, що виконують транспортування палива, масла й води від прийомних танків до відповідних контурів дизеля із забезпеченням і підтримкою їх якісних характеристик. Тривалий відрив судна від берегового постачання вимагає створення спеціальних сховищ палива, масла, прісної води [17].

Крім того, для забезпечення живучості та непотоплюваності судна, а також життєдіяльності обслуговуючого персоналу та для виконання властивих судну операцій в машинно-котельному відділенні встановлюються механізми і пристрої загально-суднових систем, які в тій чи іншій мірі можуть бути пов'язані з системами, що обслуговують головний і допоміжні дизелі [18].

Порушення функціонування елементів систем СЕУ або вихід їх з ладу може призвести до зниження ефективності її роботи або до аварії двигунів, що, в свою чергу, може спричинити за собою зниження ходових характеристик судна аж до його зупинки [18]. Подібні ситуації особливо небезпечні в місцях активного судноплавства (морських протоках, каналах, акваторіях портів), а також в несприятливих погодних умовах.

Найбільш розгалуженою та насиченою за своїм складом є паливна система, яка складається з систем високого та низького тисків. Паливна система низького тиску призначена для підготовки і подачі палива до паливної системи високого тиску та включає цистерни, фільтри, насоси, змішувачі, сепаратори, підігрівачі, різні спеціальні пристрої та паливо-проводи. Паливна система

високого тиску забезпечує впорскування палива в камеру згоряння двигуна та включає паливний насос високого тиску та форсунку, зазвичай з'єднані паливо-проводом високого тиску. При застосуванні насос-форсунок паливо-провід високого тиску відсутній, а в разі установки на дизелі сучасних систем common-rail нагнітання палива до форсунок відбувається із загальної магістралі.

Масляна система служить для подачі масла до вузлів і деталей дизеля, що працює в умовах тертя. Масляна система забезпечує: прийом і зберігання масла, очищення його від води і механічних домішок в фільтрах і сепараторах, охолодження в масло-охолоджувачі [16–18]. СОД засобів водного транспорту комплектуються циркуляційними системами змащування, що забезпечують подачу мастильного матеріалу як до підшипників колінчастого вала, так і безпосередньо на дзеркало циліндричної втулки.

Системи водяного охолодження призначені для підтримки необхідного теплового режиму роботи дизеля шляхом відведення теплоти від таких його вузлів як кришка циліндра, випускний клапан, циліндрична втулка (при цьому використовується прісна вода), а також для охолодження наддувочного повітря в повітроохолоджувачі (за допомогою забортної води). Системи охолодження прісною водою для сучасних дизелів виконуються тільки в замкнутому вигляді, в яких вода циркулює по замкнутому контуру, а її охолодження відбувається за допомогою забортної води, що циркулює по відкритому контуру.

**Висновки.** З огляду на те, що переважна більшість СОД засобів водного транспорту виконуються нереверсивними, система стисненого повітря використовується тільки для їх пуску (що, тим не менш також важливо і актуально, оскільки саме ДД забезпечують електроенергією всі допоміжні механізми, обслуговують введення в дію й роботу ГД).

Отже, двигуни засобів водного транспорту залежно від призначення мають у своєму складі різноманітні механічні та електронні складові (механізми), вихід з ладу яких може призвести до катастрофи або

неспроможності засобу закінчити своєчасно рейс (до економічних збитків). Таким чином, своєчасне виявлення відмов двигунів засобів водного транспорту, особливо для морських засобів, дозволить підвищити ефективність експлуатації таких засобів.

### Список літератури

1. Барзилович Е. Ю. Модели технического обслуживания сложных систем : уч. пособ. Москва : Высшая шк., 1982. 231 с.
2. Безюков О. К., Жуков В. А., Воробей К. А. Анализ энергоэкологического эффекта применения газопоршневых двигателей в судовых энергетических установках. *Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова*. 2015. № 6(34). С. 143–151.
3. Безюков О.К., Жуков В.А., Яценко О.И. Газомоторное топливо на водном транспорте. *Вестн. Гос. ун-та мор. и реч. флота им. адм. С.О. Макарова*. 2014. № 6 (28). С. 31-39. DOI: 10.21821/2309-5180-2014-6-6-31-39.
4. Большаков В.Ф., Фомин Ю.Я., Павленко В.И. Эксплуатация судовых среднеоборотных дизелей. М.: Транспорт, 1983. 160 с.
5. Чиняев И.А. Судовые системы. М.: Транспорт, 1984. 216 с.
6. Бусленко Н.П. Моделирование сложных систем. М.: Наука, 1978. 400 с.
7. Варжапетян А.Г., Глущенко Д.В. Системы управления: учебное пособие. М.: Вузовская книга, 2000. 328 с.
8. Василенко В.М., Вечурко О.М., Штрибець В.В. Модель оцінки спектральної щільності потужності випадкових сигналів морських навігаційних приладів. *Наукоємні технології*. 2018. №4 (40). С. 487-491.
9. Васькевич Ф.А. Двигатели внутреннего сгорания. Теория, эксплуатация, обслуживание. Новороссийск : МГА, 2009. 266 с.

10. Штрибець В.В. Контроль технічного стану двигунів засобів водного транспорту методом спектрального аналізу випадкових сигналів. *Новітні технології*. 2019. Вип.1(8). С. 59–69.
11. Возницкий И.В. Современные судовые среднеоборотные двигатели. СПб.: Моркнига, 2006. 140 с.
12. Герасимов Б.М., Дивизинюк М.М., Субач І.Ю. Системи підтримки прийняття рішень: проектування, застосування, оцінка ефективності. Севастополь: Изд. Центр СНИЯЭ и П, 2004. 318 с.
13. Пособие судоводителя малотонажного судна / Тихонов И.В., и др. Одесса: Феникс, 2007. 302 с.
14. Пахомов Ю.А., Коробков Ю.П., Дмитриевский Д.В. Топливо и топливные системы судовых дизелей. М.: РКонсульт, 2004. 496 с.
15. Характеристика систем диагностики судовой дизельной установки в судовых дизелях. *Двигатели*. URL: <http://vdvzhke.ru/sudovye-dizelnye-ustanovki/puskoreversivnye-sistemy-dvigatelja/harakteristika-sistem-diagnostiki-sudovoj-dizelnoj-ustanovki-v-sudovyh-dizeljah.html>. (дата звернення: 01.11.2021).
16. Шишкин В.А. Анализ неисправностей и предотвращение повреждений судовых дизелей. М.: Транспорт, 1986. 192 с.
17. Чинков В.Н., Тищенко В.А. Основные направления совершенствования фильтровых методов спектрального анализа. *Системи обробки інформації*. 1999. Вип. 2 (6). С. 44-47.
18. Чинков В.Н., Тищенко В.А. Основы теории оптимизации полосовых фильтров для спектрального анализа случайных сигналов. Вестник ХГПУ. 1998. Вып. 21. С. 129-133.