

2. Mikhal'chenkov A.M., Fes'kov S.A. Iznosy kul'tivatornykh lap posevnogo kompleksa «Morris» // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – 2013. – № 10. – S. 55-58.

3. Chernoi Ivanov V.I., Goryachev S.A. Osnovnye podkhody k remontu i povysheniyu urovnya servisa sel'skokhozyaistvennoi tekhniki // Tekhnika i oborudovanie dlya sela. – 2012. – № 12. – С. 2-4.

4. Tkachev V.N., Fishtein B.Ch., Kazintsev N.V. i dr. Induktsionnaya naplavka tverdykh splavov. – M.: Mashinostroenie. – 1970. – 183 s.

5. Kurbanova M.G., Chernysh A.P., Sankina O.V. i dr. Povyshenie iznosostoikosti funktsional'nykh poverkhnostei rabochikh organov mekhanizmov izmel'cheniya i peremeshivaniya biogazovoi ustanovki // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – 2013. – № 5. – S. 79-80.

6. Borisenok G.V., Vasil'ev L.A., Voroshnin L.G. i dr. Khimiko-termicheskaya obrabotka metallov i splavov: spravochnik; pod red. L.S. Lyakhovicha. – M.: Metallurgiya. – 1981. – 424 s.

7. Mishustin N.M., Ivanaiskii V.V., Ishkov A.V. Sostav, struktura i svoystva iznosostoi-kikh boridnykh pokrytii, poluchennykh na sta-

lyakh 658G i 50KhGA pri skorostnom TVCh-borirovanii // Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo universiteta. – 2012. – T. 320. – № 2. – S. 68-72.

8. Aulov V.F., Ivanaiskii V.V., Ishkov A.V. i dr. Poluchenie iznosostoi-kikh kompozitsionnykh boridnykh pokrytii na stali 65G pri TVCh-nagreve // Trudy GOSNITI. – 2014. – T. 115. – S. 139-145.

9. Ishkov A.V., Ivanaiskii V.V., Krivochurov N.T. i dr. Termodinamicheskoe obosnovanie khimicheskikh reaktsii v sisteme B4C-boriatnyi flyus-Fe pri TVCh-nagreve // Izvestiya Altaiskogo gosudarstvennogo universiteta. – 2014. – № 3-1 (83). – S. 199-203.

10. Blokhin V.G., Gludkin O.P., Gurov A.I. i dr. Sovremennyy eksperiment: podgotovka, provedenie, analiz rezul'tatov: uchebnyk. – M.: Radio i svyaz', 1997. – 232 s.

11. Flik E.P. Razvitie detalei i uzlov sel'khoz mashin v Rossii // Traktory i sel'khoz mashiny. – 2008. – № 12. – S. 12-14.

12. Aivazyan S.A., Enyukov I.S., Meshal'kin L.D. Prikladnaya statistika. Issledovanie zavisimostei: spravochnik; pod red. S.A. Aivazyana. – M.: Finansy i statistika, 1985. – 487 s.



УДК 634.74.631.535

**В.Д. Бартенеv, А.А. Канарский**  
V.D. Bartenev, A.A. Kanarskiy

## ОСНОВНЫЕ СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИЙ И КРАТКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКА И ОЦЕНКА ИСПЫТАНИЙ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ НА УБОРКЕ ОБЛЕПИХИ

### BASIC COMPARATIVE FEATURES OF THE DESIGN, BRIEF DESCRIPTION AND THE EVALUATION OF EQUIPMENT TESTING AT SEA-BUCKTHORN HARVESTING

**Ключевые слова:** облепиха, уборка, технические средства, особенности конструкций, оценка испытаний, модернизация машины.

Расширение площадей под облепихой ограничивается из-за высокой трудоемкости ручного сбора, составляющей около 90% от общих трудозатрат на ее возделывание. Решение проблемы уборки сдерживается сложностью, обусловленной специфическими физико-механическими свойствами плодов и агробиологическими особенностями растений. Приведены основные конструктивные особенности (преимущества и недостатки) трех основных технических средств, которые прошли многолетние исследовательские испытания на уборке облепихи в ФГБНУ НИИСС. Кратко изложены техническая характеристика и оценка их работы. Экспериментальный образец отечествен-

ного облепихоуборочного комбайна СВК-4Д, серийный образец универсального ягодоуборочного комбайна «Йоонас-2000» (Финляндия) и экспериментальный образец машины мобильной прицепной для отделения плодов со срезанных скелетных ветвей с одновременным разделением вороха на компоненты показали при испытании принципиальную работоспособность, удовлетворительное и стабильное выполнение технологического процесса. Приведены основные конструктивные и эксплуатационно-технологические недостатки, выявленные при испытании вышеуказанных технических средств. Сформулированы и приведены следующие рекомендации и предложения по дальнейшему проведению ОКР по уборочным техническим средствам. Комбайн СВК-4Д требует коренной конструктивной доработки, изготовления опытного образца и проведения приемочных ис-

пытаний. Комбайн «Йоонас-2000» также необходимо подвергнуть частичной модернизации применительно к уборке облепихи. Машина для отделения плодов со срезанных ветвей, сепарации и разделения вороха на компоненты подлежит существенной конструктивной доработке, изготовлению опытного образца и проведения испытаний с последующим внедрением в отрасли.

**Keywords:** *sea-buckthorn, harvesting, equipment, design features, testing evaluation, upgrading.*

The extension of areas under sea-buckthorn is limited because of high labor-consuming character of manual harvesting which makes up to 90% of the total labor costs. The solution of the harvesting problem is restricted by specific physical-mechanical properties of the fruits and agro-biological features of the plant. The basic design features (advantages and disadvantages) of three harvesters tested at

sea-buckthorn harvesting at the Research Institute of Gardening in Siberia are discussed. The technical specifications and the evaluation of their operation are presented. An experimental model of Russian sea-buckthorn harvesting combine SVK-4D, a production model of a universal berry-harvesting combine Joonas-2000 (made in Finland) and an experimental model of a mobile trailer machine for fruit separation from cut skeletal branches with simultaneous separation of the heap to its components were all tested and showed working capacity, satisfactory and stable performance of the technological process at testing. The major design and operation defects found at testing of the harvesters are discussed. The following is proposed: the harvesting combine SVK-4D needs radical constructive modification, its engineering prototype should be built and acceptance tests should be run. Joonas-2000 combine should also undergo partial modification for sea-buckthorn harvesting.

**Бартенев Владимир Дмитриевич**, к.т.н., вед. н.с., НИИ садоводства Сибири им. М.А. Лисавенко, г. Барнаул. E-mail: sairkanary@mail.ru.

**Канарский Александр Александрович**, к.с.-х.н., руководитель Центра промышленных технологий, НИИ садоводства Сибири им. М.А. Лисавенко, г. Барнаул. E-mail: sairkanary@mail.ru.

**Bartenev Vladimir Dmitriyevich**, Cand. Tech. Sci., Leading Staff Scientist, Research Institute of Gardening in Siberia named after M.A. Lisavenko, Barnaul. E-mail: sairkanary@mail.ru.

**Kanarskiy Aleksandr Aleksandrovich**, Cand. Agr. Sci., Head, Center of Commercial Technologies, Research Institute of Horticulture of Siberia named after M.A. Lisavenko, Barnaul. E-mail: sairkanary@mail.ru.

Культура облепихи в садоводстве Сибири получила довольно широкое распространение, благодаря высокому содержанию в ее плодах витаминов, различных биологически активных веществ и ценного масла.

Но расширение площадей под облепихой ограничивается по причине высокой трудоемкости исключительно ручного сбора урожая, составляющей до 90% от всех трудозатрат на ее возделывание.

Проблема разработки уборочных технических средств не вызывает сомнения. К сожалению, решение этой проблемы сдерживается сложностью, обусловленной специфическими физико-механическими свойствами плодов и агробиологическими особенностями растений [1].

Ранее нами были проведены поисковые и экспериментальные работы по изысканию способов и рабочих органов для уборки облепихи, в частности, для двух разрабатываемых технологий ее возделывания, предусматривающих уборку срезкой плодоносящих ветвей с кустов (всей биологической массы растений) и комбайнированием молодых насаждений в возрасте 5-7 лет.

В последнее десятилетие были разработаны совместно с другими соисполнителями конструкции первого в России облепихоуборочного комбайна СВК-4Д и мобильной машины для отделения плодов со сре-

занных ветвей облепихи и разделения вороха на компоненты. Экспериментальные образцы комбайна и машины были широко испытаны на уборке облепихи в насаждениях различного возраста и сроков уборки.

За последнее пятилетие в НИИСС впервые проведены многолетние исследовательские испытания на уборке облепихи универсального ягодоуборочного комбайна «Йоонас-2000» (Финляндия).

При этом предусматривалось проведение различных учетов агробиологических и технологических параметров: полнота съема плодов с кустов или со срезанных ветвей, уровня потерь урожая на землю, степени и вида повреждений ветвей разного порядка и возраста, качества вороха, формы кроны кустов, углы отхождения скелетных ветвей, длину плодоносящих ветвей.

При выполнении НИР использовались общепринятые методики в отрасли садоводства с учетом инженерного его обеспечения с применением стандартных приборов и средств измерения [2].

В процессе исследовательских испытаний у этих трех технических средств были выявлены различные конструктивно-технологические и эксплуатационные недостатки, некоторые из них позже были устранены и продолжены испытания. Целый ряд наиболее серьезных недостатков в конструкциях

не удалось устранить и изготовить опытные образцы этих машин для проведения приемочных испытаний.

Причиной этому является отсутствие в НИИСС материально-технической базы, инженерно-технических кадров и финансовых средств. НИИСС крайне нуждается в спонсорской финансовой помощи для завершения ОКР и изготовления опытных образцов машин.

Ниже следует изложение основных сравнительных особенностей конструкций (преимущества и недостатки) этих технических средств, их краткие технические характеристики и оценка испытаний [3-8].

**Комбайн для уборки облепихи СВК-4Д (Россия, экспериментальный образец) [3].**

*Преимущества конструкции:*

- наличие 4 уборочных активаторов для достижения наибольшей полноты съема плодов, скорости движения и производительности работы. Полнота съема плодов в зависимости от сорта и сроков уборки – 65-95%;

- имеется система пруткового и ленточного транспортеров и нагнетательного воздушного потока от центробежного вентилятора для сепарации и разделения вороха на компоненты;

- удовлетворительное и полное выполнение технологического процесса, т.е. осуществляются съем плодов, улавливание вороха, транспортирование и разделение его на компоненты и очистка плодов от примесей;

- наличие гидравлического привода всех рабочих органов и систем и ходовых колес для обеспечения движения;

- имеются относительно работоспособные по конструкции ветвеподъемники, снижающие повреждения элементов куста;

- регулируемые по массе дебалансы для создания оптимального вибрационного режима пальцев активаторов;

- оба моста комбайна являются ведущими одновременно или отдельно друг от друга, что является необходимым для работы в тяжелых или обычных почвенных условиях;

- наличие прочных металлических пальцев, изготовленных из пружинной стали а65Г и надежное закрепление пальцев в активаторах от их выпадения при вибрации;

- синхронность скоростей движения комбайна и его улавливающих транспортеров ковшового типа, что снижает повреждения кустов и обеспечивает равномерную загрузку ворохом ковшей транспортеров;

- синхронность привода двух пар активаторов посредством двух параллельно установленных гидромоторов, что исключает «вредную» вибрацию уборочного модуля.

*Недостатки конструкции*

- слабая общая работоспособность по причине различных конструктивно-технологических недостатков, которые необходимо устранять в процессе доработки испытаний;

- низкая работоспособность всей гидравлической системы, рабочей гидроаппаратуры, гидроустройств для контроля и управления. Обе ветви гидросистемы (первая – на осуществление движения и вторая – на привод рабочих органов выполнены на один масляный бак, их следует разделить);

- низкая техническая надежность комбайна из-за существенных конструктивно-эксплуатационных недостатков.

- большая общая масса комбайна – около 8 т;

- отсутствие регулировки высоты портала или высоты активационной камеры, что необходимо в разновозрастных насаждениях облепихи;

- малая величина расстояния между улавливающими ковшовыми транспортерами, равная в зоне задних колес 250 мм, что приводит к существенным повреждениям штамбов и оснований скелетных ветвей куста.

**Универсальный ягодоуборочный комбайн «Йоонас-2000» (Финляндия, модель серийного производства) [4].**

*Преимущества конструкции:*

- конструктивно доработанный комбайн универсального типа для уборки многих ягодных культур, который экспортируется в другие страны;

- комбайн полностью гидрофицирован, гидравлическая система в целом отличается высокой надежностью в работе;

- комбайн показывает принципиальную работоспособность на уборке ягодных культур, а также на уборке пригодных для механизированной уборки сортов облепихи. Полнота съема урожая – 60-90% (табл.);

- возможность широкого регулирования параметров рабочих органов, простота управления, высокая маневренность и транспортная скорость;

- наличие регулировки высоты портала переднего и заднего мостов, что необходимо для работы в разновозрастных насаждениях облепихи;

- активационная камера имеет регулировку по ширине, т.е. оба активатора от-

клоняются в стороны благодаря их шарнирной установке;

– допустимая величина расстояния между двумя ленточными улавливающими транспортерами, равная 45 см, что снижает травмирование штамбов и скелетных ветвей кустов;

– хорошая обзорность структуры кустов комбайнером, что снижает их повреждаемость рабочими органами и элементами рамы комбайна.

*Недостатки комбайна:*

– наличие в уборочном модуле двух активаторов с пластмассовыми пальцами в количестве около 600 шт., которые имеют крайне низкую техническую надежность в работе при уборке облепихи;

– отсутствуют собственно работоспособные ветвеподъемники для снижения повреждений кустов;

– слабо выполняют свои функции по снижению потерь плодов на землю так называемые «уплотняющие» вращающиеся диски, расположенные над улавливающими транспортерами;

– наличие улавливающих транспортеров для вороха ленточного типа, желательного

бы иметь лотковые транспортеры с целью снижения потерь плодов на землю (идентичных с комбайном «Йоонас-1200»);

– отсутствует система для разделения вороха на компоненты, кроме наличия вентилятора-циклона с целью удаления только листьев и других легковесных примесей из вороха;

– постоянная масса дебалансов активаторов, что не позволяет при необходимости менять режимы колебаний пальцев активаторов;

– наличие одного ведущего заднего моста (задних колес), что затрудняет работу комбайна в насаждениях на влажных и тяжелых почвах.

Обобщая вышеизложенное, следует сказать, что комбайн СВК-4Д на стадии экспериментального образца требует коренной доработки и продолжения исследовательских испытаний.

Комбайн «Йоонас-2000» серийного производства по своим конструкторско-эксплуатационным параметрам и достоинствам на порядок выше, чем отечественный комбайн СВК-4Д, но тем не менее он также требует частичной модернизации применительно для уборки облепихи.

**Таблица**

**Краткие характеристика и оценка испытаний технических средств для уборки облепихи**

Параметры	Марка технических средств		
	Комбайн СВК-4Д (экспериментальный образец)	Комбайн универсальный «Йоонас-2000» (серийный)	Машина плодоотделительная МП-01 (экспериментальный образец)
Тип технического средства	Самоходный порталный вибрационного действия		Мобильная, позиционная, прицепная
Мощность дизельного двигателя, л.с.	75	56	Мощность привода 7 квт (на стационаре и от ВОМ трактора МТЗ-82)
Привод ходовых колес и всех рабочих органов	Гидравлический		
Габаритные размеры, мм: в рабочем положении (длина x ширина x высота); в транспортном положении (длина x ширина x высота)	5150 x 4200 x 3200 5150 x 4200 x 3200	5500 x 2800 x 3100 5500 x 2800 x 3100	5700 x 1800 x 2210 5700 x 1800 x 2210
Высота портала (активационной камеры), мм	2000	2200	-
Скорость рабочая, км/ч	1,0-1,2	0,6-1,0	-
Скорость транспортная, км/ч	До 16	До 14	10-15
Производительность часовая (расчетная), т/ч	0,7-0,9	0,8-1,2	0,3-0,5
Полнота съема плодов, %	65-90	60-90	75-95
Потери плодов на землю, %	7-11	4-5	7-10
Состав отрянутого вороха	Отдельные плоды, соплодия, сок, листья, побеги однолетнего прироста, мелкие веточки («початки»)		
Примеси листьев в условно чистой фракции плодов, %	0,7-1,2	0,5-1,1	1,0-1,2
Количество обслуживающего персонала, чел.	Комбайнер – 1, рабочие – 2		Тракторист – 1, рабочие – 4
Масса машины, т	7,8	6,5	1,6



Считаем целесообразным дать информацию, что по техническому заданию НИИС Сибири фирма «Йоонас» разработала и изготовила в 2012 году новую модель комбайна исключительно для уборки облепихи «Йоонас-1500» с четырьмя активаторами с металлическими на них пальцами, системой для сепарации и разделения вороха на компоненты, новыми ветвеподъемниками и другими новыми конструктивными элементами.

Есть предпосылки, что модель комбайна «Йоонас-1500» окажется более работоспособной, и ее можно будет внедрять в производство в системных культурных насаждениях новых сортов облепихи. Следовательно, в настоящее время предпочтение надо отдать комбайну «Йоонас-2000», отличающемуся высоким техническим уровнем, совершенством конструкции и наибольшей технической надежностью.

Средняя стоимость одного из этих комбайнов около 16 млн руб., включая затраты на конструкторскую доработку.

**Машина для отделения плодов со срезанных ветвей облепихи и разделения вороха на компоненты (Россия, плодотделительная машина МП-01, экспериментальный образец) [5-8].**

*Преимущества конструкции:*

– машина прицепная позиционная к трактору МТЗ-82 с приводом от ВОМ с двумя резиновыми опорными колесами (мобильный вариант) работает непосредственно в насаждениях облепихи, уборка урожая с которых производится способом срезки скелетных или более мелких плодоносящих ветвей или «початков» с последующим вибрационным отделением плодов, разделением и сепарацией вороха облепихи;

– машина или установка с электроприводом для вибрационного съема плодов облепихи (стационарный вариант) со срезанных и доставленных в контейнерах плодоносящих ветвей с последующими операциями разделения и сепарации фракций вороха;

– оба варианта машины полностью выполняют весь технологический процесс от загрузки ее ветвями до затаривания чистых плодов и других фракций (соплодий, листьев и побегов однолетнего прироста);

– машина успешно и полностью отделяет плоды до 95% со всех сортов и гибридов с обычных срезанных ветвей длиной в

пределах от 0,1 до 2,0 м без предварительного замораживания ветвей в холодно-морозильных камерах в отличие от машины и технологии уборки с замораживанием срезанных ветвей, например, принятой в Германии;

– наличие в машине новой системы разделения и очистки элементов вороха, выполненной в виде сменных пруткового транспортера или двух вибрационных прутковых решеток и ленточного транспортера с нагнетательным центробежным вентилятором;

– применение машины также возможно на отделении плодов со срезанных или срубленных ветвей всего куста непосредственно в насаждениях последнего года плодоношения (уборки) и подлежащих последующей раскорчевке (окончание цикла возделывания насаждений);

– в стационарных условиях работы на установке возможна заготовка других элементов биологической массы растений (листья, побеги однолетнего прироста, кора и кожица двулетних и более старших ветвей, соплодия) в качестве сырья для производства лечебно-профилактических и фармакологических препаратов для человека или прикорма животных;

– машина в любом варианте привода и эксплуатации может успешно применяться на разделении и очистке вороха облепихи, доставленного при работе комбайнов «Йоонас-2000 (1500)», на которых отсутствуют работоспособные системы разделения вороха;

– принципиальная структурно-технологическая схема машины позволяет спроектировать и смонтировать более производительный стационарный технологический пункт для отделения плодов со срезанных ветвей длины в пределах 0,1-2,0 м с разделением вороха или производить разделение вороха, доставленного из насаждений, в которых работают уборочные комбайны.

*Недостатки конструкции машины:*

– машина, находящаяся на стадии экспериментального образца, имеет целый ряд конструктивно-технологических и эксплуатационных недостатков различной значимости, но они реально устранимы;

– малая производительность машины, хотя ее должны обслуживать не менее 4 подсобных рабочих, в функции которых входят срезание ветвей, их доставка к ма-

шине, загрузка в бункер и удаление ветвей свободный от плодов от машины, затаривание продукции;

– работа обслуживающего персонала характеризуется трудоемкостью и интенсивностью. Выработка на одного рабочего за полный день 150-200 кг при хорошей урожайности насаждений;

– машина в обоих вариантах эксплуатации не имеет пока загрузочно-разгрузочных транспортеров для ветвей, что значительно снижает ее производительность и не облегчает труд рабочих;

– низкая техническая надежность экспериментального образца машины, которая требует существенной конструктивной доработки и значительных финансовых средств.

При этом следует констатировать, что уборка облепихи способом срезки плодоносящих ветвей любой длины пока слабо внедряется производителями садовой культуры из-за снижения урожайности кустов в последующие годы.

В заключение следует отметить, что экспериментальный образец комбайна СВК-4Д требует коренной конструкторской доработки, изготовления опытного образца и проведения приемочных испытаний, а комбайн «Йоонас-2000» и машина для отделения плодов со срезанных ветвей также подлежат существенной модернизации и продолжения испытаний с последующим внедрением в отрасли.

#### Библиографический список

1. Пантелеева Е.И. Облепиха крушиновидная: монография / РАСХН. Сиб. отделение. НИИСС. – Барнаул, 2006. – 249 с.
2. Программа и методика сортоизучения плодовых и орехоплодных культур. – Орел, 1999. – 606 с.
3. Бартенев В.Д. Создание комбайна для уборки облепихи // Ползуновский альманах. – 2005. – № 1. – С. 13-15.
4. Михайлова Н.В., Левин А.М. Бартенев В.Д., Поляков Л.И. Результаты испытаний комбайна «Йоонас-2000» на уборке облепихи // Достижения науки и техники в АПК. – 2009. – № 7. – С. 58-59.
5. Бартенев В.Д., Хабаров С.Н., Поляков Л.И. Устройство для отделения плодов

со срезанных скелетных ветвей облепихи // Патент № 2216904, приоритет 13.06.2001 г.

6. Бартенев В.Д. Разработка машины для съема плодов со срезанных ветвей облепихи // Состояние и перспективы развития плодоводства, овощеводства и лесного хозяйства Западной Сибири: матер. науч.-практ. конф. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2005. – С. 6-11.

7. Бартенев В.Д. Разработка машины для съема плодов со срезанных ветвей облепихи // Ползуновский альманах. – 2005. – № 1. – С. 16-17.

8. Acrafi M.K., Gaetke R., Schmidt M., Triquart E. Erfahrungen bei der mechanisierten Ernte von Sanddorn – Einzelfruechten // Gartenbau. – 1990. – 37 (7). – S. 216-218.

#### References

1. Panteleeva E.I. Oblepikha krushinovidnaya: monografiya / RASKhN. Sib. otd-nie. NIISS. – Barnaul, 2006. – 249 s.
2. Programma i metodika sortoizucheniya plodovykh i orekhoplodnykh kul'tur. – Orel, 1999. – 606 s.
3. Bartenev V.D. Sozdanie kombaina dlya uborki oblepikhi // Polzunovskii al'manakh. – 2005. – № 1. – S. 13-15.
4. Mikhailova N.V., Levin A.M. Bartenev V.D., Polyakov L.I. Rezul'taty ispytaniy kombaina «loonas-2000» na uborke oblepikhi // Dostizheniya nauki i tekhniki v APK. – 2009. – № 7. – S. 58-59.
5. Bartenev V.D., Khabarov S.N., Polyakov L.I. Ustroistvo dlya otdeleniya plodov so srezannykh skeletnykh vetvei oblepikhi. Patent № 2216904, prioritet 13.06.2001 g.
6. Bartenev V.D. Razrabotka mashiny dlya s"ema plodov so srezannykh vetvei oblepikhi // Sostoyanie i perspektivy razvitiya plodovodstva, ovoshchevodstva i lesnogo khozyaistva Zapadnoi Sibiri: mater. nauchn.-prakt. konf. – Barnaul: Izd-vo AGAU, 2005. – S. 6-11.
7. Bartenev V.D. Razrabotka mashiny dlya s"ema plodov so srezannykh vetvei oblepikhi // Polzunovskii al'manakh. – 2005. – № 1. – S. 16-17.
8. Acrafi M.K., Gaetke R., Schmidt M., Triquart E. Erfahrungen bei der mechanisierten Ernte von Sanddorn – Einzelfruechten // Gartenbau. – 1990. – 37 (7). – S. 216-218.

