

**ПОКАЗАТЕЛИ РАЗВИТИЯ ОРГАНИЗМОВ ЗООПЛАНКТОНА ПРУДОВ
ОАО «РЫБОКОМБИНАТ «ЛЮБАНЬ»**

А.Г. ЛИТВИНОВА, О.М. ТАВРЫКИНА, Г.П. ВОРОНОВА

*РУП «Институт рыбного хозяйства»,
ул. Стебенева, 22, 220024, г. Минск, Беларусь,
e-mail: belniirh@tut.by*

**DEVELOPMENT RATE OF ZOOPLANKTON ORGANISMS OF FISH
PONDS «LYUBAN»**

A. LITVINOVA, O. TAVRYKINA, G. VORONOVA

*RUE «Institute of Fisheries»,
st. Stebeneva, 22, 220024, Minsk, Belarus,
e-mail: belniirh@tut.by*

Статья поступила 11.11.2020 г.

Аннотация. Были изучены показатели развития зоопланктона трех рыбоводных прудов. На основании среднесезонных значений полученных показателей установлена степень кормности и трофности прудов. По биопродуктивности один пруд отнесен к мезотрофному средnekормному уровню, два – к низкокормному олиготрофному уровню.

Ключевые слова. Рыбоводные пруды, зоопланктон, видовой состав, численность, биомасса, продукция, биопродуктивность, трофность водоемов.

Annotation. Zooplankton development rates of three fish ponds were studied. Based on determined average season values, the feeding degree and the level of ponds trophiness were established. According to their bioproductivity, one pond is mesotrophic and has secondary level of feeding degree, two ponds are oligotrophic and have low level of feeding degree.

Keywords. Fish ponds, zooplankton, composition of species, numbers, biomass, produce, bioproductivity, trophicity of water bodies.

Введение. Для увеличения рыбной продукции традиционно в рыбхозах республики применяются уплотненные посадки рыб и увеличение расхода комбикормов, которые составляют более 50% себестоимости товарной рыбы и рыбопосадочного материала. При этом применяемые в товарном рыбоводстве корма зачастую являются неполноценными по аминокислотному составу и плохо усваиваются, что приводит к нарушению обмена веществ и замедлению темпов роста рыбы [1].

В новых экономических условиях одним из направлений деятельности для прироста рыбной продукции является увеличение естественной кормовой базы прудов, то есть организмов зоопланктона и зообентоса. Оценка биоценотической роли планктонного сообщества водных объектов показывает высокую значимость зоопланктона в качестве корма для рыб, особенно на первых этапах постэмбрионального периода [2]. Кроме того, зоопланктон прудов служит функциональным критерием процессов трансформации вещества и энергии в них, количественные показатели его развития позволяют характеризовать биологическую продуктивность водоемов, качество их воды и экологическое состояние [3].

В связи с этим важно проводить хозяйственную оценку зоопланктона крупнейших рыбоводных прудов Беларуси в период выращивания рыбопосадочного материала и товарной рыбы.

Материалы и методы. Рыбоводное хозяйство «Рыбокомбинат «Любань», расположенное в г. Любань Минской области, является одним из крупнейших в Республике Беларусь предприятий по производству карпа. В общей сложности в любанском рыбокомбинате насчитывается более 40 прудов, из которых исследованиями были охвачены три производственных пруда. Их краткая характеристика приведена ниже:

Пруд 1. Площадь 47,3 га, грунт торфянистый.

Пруд 2. Площадь 77,0 га, дно песчаное.

Пруд 3. Площадь 58,3 га, дно песчаное.

Как фоновое удобрение, во все три пруда был внесен навоз из расчета 1т/га. Плотность посадки рыб в водоемах составила около 2 тыс. шт./га.

Пробы зоопланктона отбирались в рыбоводных прудах по общепринятой методике. Сбор производился фильтрацией 20 л воды через планктонную сеть с диаметром ячеей 45 мкм в прибрежной зарослевой зоне. Сезонный период: начало марта – конец сентября 2020 г. Периодичность сборов составляла примерно 1 раз в месяц. За 2020 год был произведен 6-кратный отбор проб.

Лабораторная обработка проб осуществлялась в счетной камере Богорова под бинокулярным микроскопом АУ-10 с увеличением $\times 140$. Проводился тотальный учет в пробе представителей трех основных групп зоопланктона: веслоногих ракообразных (П/Кл. Copepoda), коловраток (Тип Rotifera) и ветвистоусых ракообразных (П/Отр. Cladocera). При определении видового состава и таксономической принадлежности гидробионтов пользовались определителями зоопланктонных организмов [4, 5]. Биомассу зоопланктона определяли исходя из значений индивидуальных весов составляющих его видов. Продукцию зоопланктона рассчитывали по биомассам и известным из литературы Р/В коэффициентам.

Результаты исследований. Общий видовой состав. Ниже в табл. 1 представлен список видов зоопланктона исследованных любанских прудов. Видовое богатство зоопланктона составило 41 вид в первом, 34 вида во втором и 32 вида – в третьем водоеме. Наиболее разнообразной по числу видов была группа коловраток, насчитывающая в разных прудах от 26 до 29 видов. На втором месте по численности видов были ветвистоусые ракообразные (5–11 видов), а группа веслоногих ракообразных на момент исследований, приуроченный к теплему периоду, была представлена преимущественно незрелыми копеподитными стадиями развития.

Таблица 1. – Видовой состав и таксономическая структура зоопланктона исследованных любанских прудов

Пруд 1	Пруд 2	Пруд 3
1	2	3
Rotifera		
<i>Anuraeopsis fissa</i>	<i>Anuraeopsis fissa</i>	<i>Anuraeopsis fissa</i>
<i>Asplanchna priodonta</i>	<i>Asplanchna priodonta</i>	<i>Bdelloidea (Dissotrocha macrostyla?)</i>
<i>Bdelloidea (Dissotrocha macrostyla?)</i>	<i>Bdelloidea (Dissotrocha macrostyla?)</i>	<i>Brachionus angularis angularis</i>
<i>Brachionus angularis angularis</i>	<i>Brachionus angularis</i>	<i>Brachionus budapestinensis</i>
<i>Brachionus bennini</i>	<i>Brachionus budapestinensis</i>	<i>Brachionus diversicornis</i>
<i>Brachionus budapestinensis</i>	<i>Brachionus forficula</i>	<i>Brachionus forficula</i>
<i>Brachionus forficula</i>	<i>Collotheca pelagica</i>	<i>Collotheca pelagica</i>
<i>Cephalodella gibba</i>	<i>Conochilus unicornis</i>	<i>Colurella sp.</i>
<i>Cephalodella ventripes</i>	<i>Dicranophorus sp.</i>	<i>Conochilus unicornis</i>
<i>Collotheca pelagica</i>	<i>Euchlanis dilatata</i>	<i>Euchlanis dilatata</i>
<i>Colurella uncinata</i>	<i>Filinia longiseta</i>	<i>Filinia major</i>
<i>Conochilus unicornis</i>	<i>Keratella cochlearis cochlearis</i>	<i>Keratella cochlearis cochlearis</i>
<i>Dicranophorus sp.</i>	<i>Keratella cochlearis tecta</i>	<i>Keratella cochlearis tecta</i>
<i>Euchlanis dilatata</i>	<i>Keratella quadrata</i>	<i>Keratella quadrata</i>
<i>Keratella cochlearis cochlearis</i>	<i>Lecane bulla</i>	<i>Lecane closterocersa</i>
<i>Keratella cochlearis tecta</i>	<i>Lecane closterocersa</i>	<i>Lepadella patella</i>
<i>Keratella quadrata</i>	<i>Polyarthra remata</i>	<i>Lophocharis oxysternon</i>
<i>Lecane bulla</i>	<i>Polyarthra vulgaris</i>	<i>Polyarthra remata</i>
<i>Lecane closterocersa</i>	<i>Pompholux sulcata</i>	<i>Polyarthra vulgaris</i>
<i>Lecane lunaris</i>	<i>Synchaeta pectinata</i>	<i>Pompholux sulcata</i>
<i>Polyarthra major</i>	<i>Synchaeta stylata</i>	<i>Synchaeta pectinata</i>
<i>Polyarthra remata</i>	<i>Trichocerca cylindrica</i>	<i>Synchaeta stylata</i>
<i>Polyarthra vulgaris</i>	<i>Trichocerca pusilla</i>	<i>Trichocerca cylindrica</i>

1	2	3
<i>Synchaeta pectinata</i>	<i>Trichocerca rattus</i>	<i>Trichocerca pusilla</i>
<i>Trichocerca cylindrica</i>	<i>Trichocerca similis</i>	<i>Trichocerca rattus</i>
<i>Trichocerca pusilla</i>	<i>Trichotria pocillum pocillum</i>	<i>Trichocerca similis</i>
<i>Trichocerca rattus</i>		<i>Trichocerca tenuior</i>
<i>Trichocerca similis</i>		
<i>Trichocerca tenuior</i>		
29	26	27
Copepoda		
<i>Eudiaptomus graciloides</i>	<i>Thermocyclops crassus</i>	
Cladocera		
<i>Acroperus harpae</i>	<i>Alona rectangula</i>	<i>Acroperus harpae</i>
<i>Alona rectangula</i>	<i>Bosmina longirostris</i>	<i>Bosmina longirostris</i>
<i>Alonella nana</i>	<i>Chydorus sphaericus</i>	<i>Chydorus sphaericus</i>
<i>Bosmina longirostris</i>	<i>Daphnia cucullata</i>	<i>Daphnia longispina</i>
<i>Chydorus sphaericus</i>	<i>Daphnia longispina</i>	<i>Pieuroxus aduncus</i>
<i>Daphnia cristata</i>	<i>Diaphanosoma brachiurum</i>	
<i>Daphnia cucullata</i>	<i>Moina micrura</i>	
<i>Daphnia longispina</i>		
<i>Daphnia pulex</i>		
<i>Diaphanosoma brachiurum</i>		
<i>Simocephalus vetulus</i>		
11	7	5
Σ41	Σ34	Σ32

Для сравнения степени видового сходства зоопланктонных сообществ исследованных прудов использовался индекс видового сходства Сёренсена-Чекановского (K_s), рассчитанный по формуле:

$$K_s = \frac{2c}{a+b};$$

где a и b – число видов зоопланктона, обнаруженных в каждом из попарно сравниваемых прудов, c – число общих для них видов.

Полученные значения коэффициента Чекановского-Серенсена при попарном сравнении зоопланктона прудов составили: $K_{s\ 1-2}=0,747$; $K_{s\ 1-3}=0,676$; $K_{s\ 2-3}=0,727$. Они свидетельствуют о достаточно высокой степени сходства видового состава зоопланктона исследованных прудов.

Показатели численности и биомассы. Кроме фаунистического состава, нами были изучены показатели количественного развития организмов зоопланктона. В табл.2 представлены значения численности, биомассы и

продукции зоопланктона, их сезонные изменения и среднее значение за исследованный период.

Таблица 2. – Сезонная динамика общей численности (N), биомассы (B) и продукции (P) сообществ зоопланктона исследованных прудов рыбхоза «Любань»

Показатель	Пруд	03.03.	04.06.	25.06.	30.07.	27.08.	22.09.	Среднее
N, экз./дм ³	1	105	128	41	52	234	146	118
	2	99	64	199	243	246	300	192
	3	102	26	234	309	96	53	137
B, мг/ дм ³	1	1,276	1,954	0,596	0,653	6,940	0,594	2,002
	2	1,014	0,579	0,323	0,804	1,264	0,636	0,770
	3	1,065	0,309	0,523	2,073	0,250	0,417	0,773
P, мг/дм ³ *сут ⁻¹	1	0,368	0,275	0,086	0,113	0,788	0,131	0,294
	2	0,291	0,096	0,060	0,153	0,182	0,126	0,151
	3	0,310	0,056	0,089	0,342	0,035	0,059	0,149

Показатели численности изменялись от 41 до 309 экз./л и имели практически одинаковое среднесезонное значение в первом и третьем прудах. Максимум численности в первом пруду отмечался 27.08., во втором – 22.09. и 27.08., в третьем – 25.06. и 30.07.2020 г. Более высокое среднесезонное значение численности зоопланктона второго пруда было обусловлено массовым развитием в нем в июне-августе коловраток *Synchaeta pectinata*, *Conochilus unicornis* и *Brachionus budapestinensis*.

В первом пруду величина биомассы зоопланктона за исследованный период колебалась довольно выражено. В весенний период и в начале лета она имела более высокие показатели (1,3–2 мг/л), чем во второй половине летнего период, когда значения биомассы находились в районе 0,6–0,7 мг/л. Наиболее высокую биомассу в конце лета (6,94 мг/л) обусловило бурное развитие циклопных копепоидов и зрелых циклопов. После этого к концу сентября показатель биомассы снизился в 11,7 раза.

Во втором пруду за обследованный период биомасса колебалась не так значительно (0,32–1,26 мг/л). Пики биомассы также были отмечены весной и в конце лета (1–1,3 мг/л), а минимум отмечен в первой половине летнего сезона. После августовского максимума было зафиксировано двухкратное снижение биомассы зоопланктона в осенний период.

В третьем пруду, наоборот, максимум биомассы был достигнут ближе к середине лета (2,07 мг/л), он был обусловлен развитием босмины. В первой половине лета и к концу летне-сезонного периода биомасса имела низкие показатели, в 2–4 раза ниже обследованного весеннего (приблизительно 1,1 мг/л) периода. В конце сентября биомасса снова несколько увеличилась по сравнению со сбором, проведенным в конце августа.

Среднесезонное значение биомассы зоопланктона (2,002 мг/ дм³) в первом пруду оказалось в 2,6 раза выше по сравнению с остальными исследованными прудами. По данному показателю первый пруд соответствует среднепродуктивному уровню природных водоемов, второй и третий пруды, в которых биомасса зоопланктона составила порядка 0,770 мг/ дм³, – низкопродуктивному уровню [3].

Полученные различия в развитии зоопланктона исследованных прудов, на наш взгляд, можно объяснить динамикой развития в них организмов фитопланктона. На рис. 1 отражен весенний всплеск развития, вызванный массовым доминированием во всех трех прудах представителей диатомовых водорослей *Cyclotella sp.*, *Melosira varians* и *Asterionella formosa*, для которых свойственен низкотемпературный оптимум.

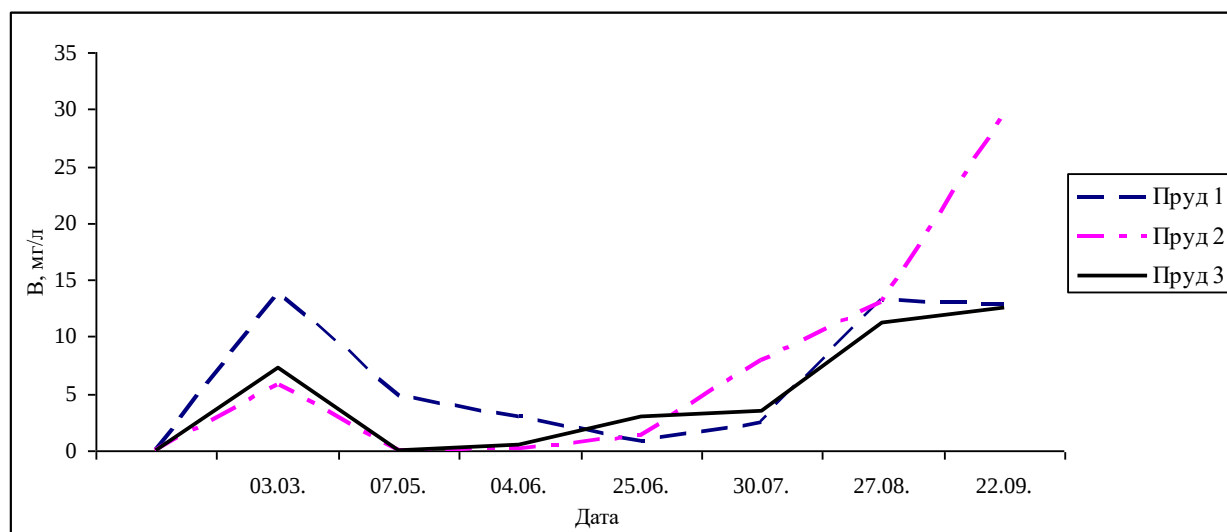


Рисунок 1. – Сезонная динамика развития фитопланктона в исследованных прудах рыбхоза «Любань»

Данный пик численности фитопланктона соответственно обусловил весенний пик численности зоопланктона, представленного преимущественно коловратками (*Asplanchna priodonta* и *Trichocerca pusilla*) и науплиусами. Следующая вспышка фитопланктона в прудах пришлась на конец августа. В первых двух прудах она была обусловлена массовым развитием синезеленой водоросли *Microcystis aeruginosa* (первый пруд – 8,75 млн. клеток или 4,73 мг/л, второй пруд – 114,13 млн. клеток или 6,85 мг/л), в третьем кроме

Microcystis aeruginosa (43,5 млн клеток или 2,61 мг/л) в составе доминантов отмечалась зеленая водоросль *Scenedesmus quadricauda* (8,3 млн клеток или 2,32 мг/л). Кроме того, в третьем пруду зафиксирована промежуточная вспышка фитопланктона, пришедшаяся на середину летнего сезона и обусловленная доминированием высококормной водоросли *Scenedesmus quadricauda* (6,16 млн клеток или 1,73 мг/л). Вероятно, с ней связан максимум численности и биомассы зоопланктона в данном пруду, пришедшийся на конец июля.

На рис. 2 представлен среднесезонный процентный вклад в биомассу зоопланктона представителей трех изученных групп зоопланктона (В, %).

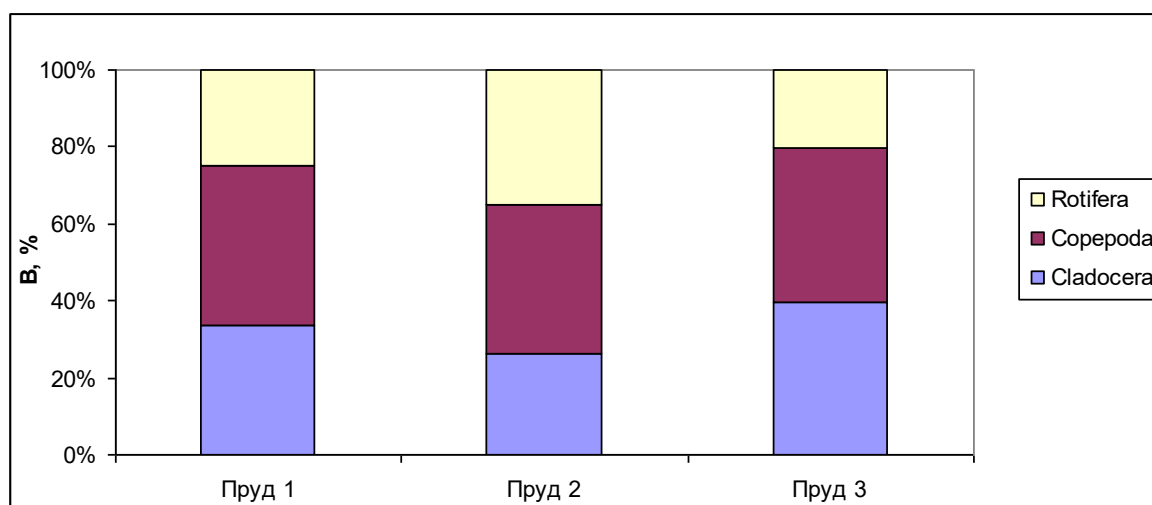


Рисунок 2. – Таксономическая структура зоопланктона прудов (по % биомассы), среднее за исследованный период

Во всех прудах доминирующей группой животных по биомассе являлись веслоногие ракообразные, опять же за счет развития копеподитных стадий, их процентный вклад практически во всех трех прудах составлял около 40 %. В первом и третьем прудах на втором месте по вкладу в биомассу находились ветвистоусые ракообразные (1 водоем – 33,7%, второй – 39,6%). Во втором пруду все три группы планктонных организмов имели практически равноценный вклад в создание биомассы, в сравнении с двумя другими исследованными прудами здесь несколько возросла доля в биомассе коловраток.

Продукционные показатели. Представленные в табл. 2 значения продукции зоопланктонных сообществ свидетельствуют об аналогичной тенденции с двукратным преобладанием среднего за изученный теплый сезон показателя в первом пруду ($0,294 \text{ мг/л} \cdot \text{сут}^{-1}$) по сравнению со вторым ($0,151 \text{ мг/л} \cdot \text{сут}^{-1}$) и третьим ($0,149 \text{ мг/л} \cdot \text{сут}^{-1}$) прудами.

В формировании продукции, как и биомассы соответственно, первого пруда было отмечено несколько максимумов. Это весенний 03.03., когда доминировала *Asplanchna priodonta*; в начале лета 04.06., когда копеподы (биомасса копеподитов – 1 мг/л, суммарная продукция копепод 0,12 мг/л*сут⁻¹) и кладоцеры (*Bosmina longirostris* – 0,43 мг/л и *Simocephalus vetulus* – 0,15 мг/л, суммарная продукция кладоцер 0,15 мг/л*сут⁻¹) вносили примерно равноценный вклад в создание биомассы и продукции, а также пик, отмеченный 27.08. В этот период в пруду отмечено максимальное значение продукции и биомассы за весь исследованный период, значительно превышающее значения в двух других прудах. Оно было обусловлено циклопными копеподами, биомасса которых составила 6,73 мг/л, а суммарная продукция группы копепод составила 0,74 мг/л*сут⁻¹ или 94% всей продукции зоопланктона.

Максимальная величина продукции во втором пруду отмечена весной 03.03., когда биомассу и продукцию формировали коловратки, преимущественно хищная *Asplanchna priodonta*, а ее биомасса составила 0,99 мг/л.

Максимум биомассы и продукции в третьем пруду отмечен 30.07., его обусловило бурное развитие босмины (*Bosmina longirostris*), биомасса которой составила около 1,5 мг/л, а продукция – 0,27 мг/л*сут⁻¹.

Таким образом, в соответствии с полученными за исследованный сезон величинами биомассы зоо- и фитопланктона, а также продукции зоопланктона по показателю трофности первый исследованный пруд рыбхоза «Любань» является мезотрофным, а второй и третий – олиготрофными.

Выводы

Все три исследованных пруда отличались близким видовым составом организмов зоопланктона с преобладанием в таксономической структуре по числу видов группы коловраток. Представители коловраток также вносили и максимальный вклад в численность зоопланктона во всех трех исследованных прудах (44–77 % численности в среднем за исследованный период). Второй пруд отличался самым высоким значением среднесезонной численности зоопланктона, хотя в целом показатель по всем трем прудам варьировал незначительно.

Среднесезонные показатели биомассы и продукции зоопланктонного сообщества имели максимальные значения в первом пруду и практически вдвое превышали величину показателя во втором и третьем прудах. Это можно объяснить его меньшей площадью и, соответственно, более высокой

естественной продуктивностью, а также локализацией вблизи него источника зерноотходов.

За исследованный вегетационный период в водоемах отмечались два пика численности зоопланктона. В первых двух исследованных прудах они пришлись на весенний и позднелетний период, в третьем они отмечены весной и в середине лета.

В целом, экосистема первого рыбоводного пруда является средnekормной мезотрофной, а второй и третий рыбоводные пруды по биопродуктивности приближаются к низкокормному олиготрофному уровню.

Список использованной литературы

1. Аквакультура юга России, перспективы развития / В. Я. Складов [и др.] // Труды ВНИРО / Всерос. науч.-исслед. ин-т рыб. хоз-ва и океанографии. – М., 2013. – Т. 150. – С. 50–56.
2. Станковская, Т. П. Анализ структуры зоопланктона рыбоводных прудов / Т. П. Станковская // Вестн. Нижегород. гос. с.-х. акад. – 2012. – Т. 1. – С. 295–299.
3. Калуга, И. А. Видовой состав фито- и зоопланктона рыбных прудов в условиях Южного Урала / И. А. Калуга, Р. Р. Фаткуллин // Актуальные проблемы и научное обеспечение развития современного животноводства : сб. ст. по материалам Всерос. (нац.) науч.-практ. конф. (11 апр. 2019 г.) / Кург. гос. с.-х. акад. ; под общ. ред. С. Ф. Сухановой. – Курган, 2019. – С. 291–295.
4. Кутикова, Л. А. Коловратки фауны СССР (Rotatoria). Подкласс Eurotatoria / Л. А. Кутикова. – Л. : Наука, Ленингр. отд-ние, 1970. – 744 с. – (Определители по фауне СССР / Зоол. ин-т АН СССР ; вып. 104).
5. Вежновец, В. В. Ракообразные (Cladocera, Copepoda) в водных экосистемах Беларуси : каталог : определ. табл. / Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т зоологии. – Минск : Беларус. наука, 2005. – 85 с.