

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
ФГБОУ ВО Государственный аграрный университет Северного Зауралья

**Сборник статей  
всероссийской научно-практической конференции  
СОВРЕМЕННЫЕ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ  
РЕШЕНИЯ В АПК**

**8 декабря 2017 г.**

Часть 1



Тюмень - 2017

УДК 639.31-97(571.1)

М.А. Корентович<sup>1,2</sup>, А.И. Литвиненко<sup>1</sup>

Е.А. Сироткина<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО Государственный аграрный университет Северного Зауралья

<sup>2</sup>ФГБНУ «Госрыбцентр», г. Тюмень, РФ

## **ИТОГИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ГЕОТЕРМАЛЬНОЙ АКВАКУЛЬТУРЫ ЦЕННЫХ ВИДОВ РЫБ ЮГА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ**

Выращивание рыбы с использованием термальных подземных минерализованных вод площадью более 3 млн м<sup>2</sup> - одно из приоритетных направлений индустриального рыбоводства юга Западной Сибири. Наиболее перспективными для разведения ценных видов рыб являются воды с минерализацией до 5,8 г/дм<sup>3</sup>. В сочетании с речными водами применение геотермальной воды позволяет в 3–5 раз повысить суммарное количество тепла за вегетационный период и значительно увеличить эффективность получения аквакультурной продукции без дополнительных затрат топливно-энергетических ресурсов.

**Ключевые слова:** Геотермальная вода, ценные виды рыб, искусственное воспроизводство, аквакультура.

М.А. Korentovich<sup>1,2</sup>, А.И. Litvinenko<sup>2</sup>, Е.А. Sirotkina<sup>2</sup>

<sup>1</sup>FSBEI HE Northern Trans-Ural State Agricultural University

<sup>1,2</sup>State Research and Production Center for Fisheries

## **RESULTS AND PROSPECTS OF GEOTHERMAL AQUACULTURE DEVELOPMENT OF VALUABLE FISH SPECIES IN THE SOUTH OF WESTERN SIBERIA**

Fish cultivation with use of thermal underground low mineralized water with area more than 3 million square meters is one of the priority directions of industrial fish farming in the south of Western Siberia. The most promising for artificial reproduction of valuable fish species is the water with mineralization up to 5.8 g / dm<sup>3</sup>. In combination with river water the use of geothermal water allows to increase the total amount of heat during the vegetation period in 3-5 times and to improve

significantly the efficiency of aquaculture production without additional expenditure of fuel and energy resources.

**Key words:** Geothermal water, valuable fish species, artificial reproduction, aquaculture.

В течение последних десятилетий аквакультура стала одним из самых быстроразвивающихся направлений производства пищевой продукции и играет все большую роль в экономическом развитии многих стран. По темпам развития аквакультура опережает вылов рыбы в океанах и морях и обеспечивает сегодня более 40 % общего производства рыбной продукции [5, с. 8]. Выращивание рыбы на термальных слабоминерализованных водах является перспективным направлением индустриальной аквакультуры. Известно, что при содержании рыбы на теплой солоноватой воде у нее активизируются обменные процессы, ускоряются темпы роста и сроки полового созревания [6, с. 166-170]. Запасы геотермальных вод в Западно-Сибирском артезианском бассейне в полтора раза превышают годовой сток всех рек мира, только в Тюменской области они составляют около 3 млн. кубических метров в сутки. В то же время, подземные теплые воды, выведенные на земную поверхность, используются не более чем на 5 % [8, с. 80].

Многолетние исследования специалистов СибрыбНИИпроекта (ФГБНУ «Госрыбцентр») показали, что приоритетными для рыборазведения являются воды с минерализацией до 5,8 г/дм<sup>3</sup> [3, с. 10; 4, с. 98-102]. В сочетании с речными или озерными водами, как правило, маломинерализованными, эксплуатация теплых солоноватых вод позволяет интенсифицировать технологию воспроизводства и выращивания ценных видов рыб, в частности, осетровых, лососевых, растительноядных, карпа, клариевого сома, тилапии и некоторых других.

Первые опыты, проведенные в Тюменской области в 1969 и 1970 гг. при использовании термальной воды Тараскульской скважины, доказали

возможность прудового выращивания карпа [2, с. 2-20] и бассейнового содержания молоди бестера массой 2,5 г [7, с. 149].

В настоящее время в Тюменской области функционируют два основных хозяйства по выращиванию ценных видов рыб на геотермальной воде – рыбоводный комплекс ООО «Пышма-96» (рис. 1) и Тюменский рыбопитомник, на базе которого расположен осетровый научно-производственный участок ФГБНУ «Госрыбцентр» (рис. 2).



Рис. 1. Рыбоводный завод ООО «Пышма-96»

Для выращивания рыб на Тюменском рыбопитомнике и на рыбоводном заводе ООО «Пышма-96» используют минерализованную воду готеривбарремского (неокомского) водоносного комплекса (Нижний мел). Мощность отложений достигает 250–600 м. Химический состав воды хлоридно-натриевый, обычно I или III типа. На Тюменском рыбопитомнике напорные пластовые воды поступают из четырех скважин с глубин 1073–1123 м.

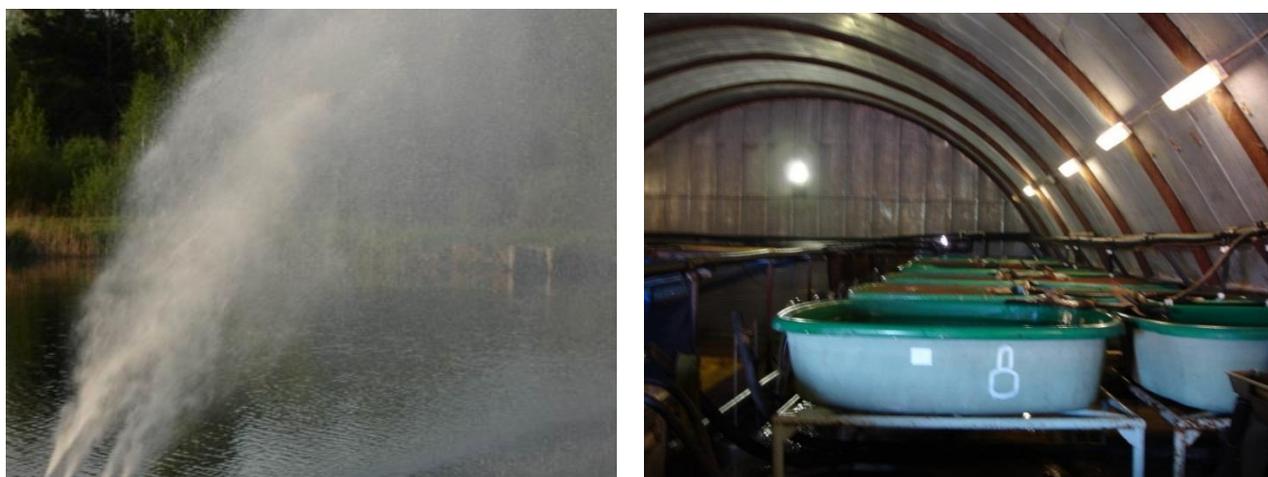


Рис. 2. Экспериментальный научно-производственный осетровый участок  
ФГБНУ «Госрыбцентр»

На территории ООО «Пышма-96» пробурены три скважины, глубина залегания – 1003–1158 м. Статический уровень устанавливается выше уровня земли в среднем на отметке +55,5 м. Дебит самоизлива по скважинам составляет от 6,5 до 14,5 л/сек. Термальные воды в пласте имеют температуру 37,0–38,3 °С, на изливе в зависимости от дебита выпуска температура снижается до 32,5–34,2 °С. По физическим свойствам вода чистая, без осадка. По химическому составу она относится к мало- или среднеминерализованным бромным хлоридно-натриевым термам с минерализацией 4,3–7,2 г/дм<sup>3</sup>. По санитарно-бактериологическим показателям соответствует нормативным требованиям. Отличительными особенностями термальной воды являются: отсутствие растворенного кислорода; высокое содержание аммонийного азота – 2,9–3,07 мг/дм<sup>3</sup>; брома – 12,8–18,6 мг/дм<sup>3</sup>; йода – 0,9–1,4 мг/дм<sup>3</sup>. Присутствует фтор в концентрации 1,3 мг/дм<sup>3</sup>, стронций – 2,4–6,0 мг/дм<sup>3</sup>, литий – 1,52 мг/дм<sup>3</sup>, железо – 0,27–0,34 мг/дм<sup>3</sup>. Обнаружены другие микрокомпоненты: барий, марганец, медь, цинк. Реакция среды – слабощелочная (рН 7,76–7,96 ед.). Сопутствующие газы представлены метаном (66,07–66,49 об. %), азотом (29,94–30,83 об. %), в меньших количествах углекислым газом (1,79–1,81 об. %), водородом (0,11–0,9 об. %), гелием (0,40 об. %) и кислородом (0,51 об. %).

Химический состав и минерализация термальной воды скважин Тюменского рыбопитомника (1) и рыбхоза «Пышма-96» (2) следующие:



Рыбоводное хозяйство «Пышма-96» было построено в 1976 году для выращивания рыбопосадочного материала карпа на геотермальных водах. За последние годы работы здесь накоплен богатый опыт воспроизводства не только карповых и осетровых рыб, но и клариевого африканского сомика (*Clarias gariepinus* Burchell, 1822) (тривиальное название – мраморный сом) - нового перспективного объекта аквакультуры с быстрым темпом роста.

Тропические клариевые сомики – традиционный объект промысла и аквакультуры в странах Африки, находящихся на территории их естественного ареала. Только относительно недавно, начиная с 90-х годов прошлого столетия, ареал выращивания сомика стал стремительно расширяться, и в настоящее время его культивируют более чем в 120 странах. Клариевого сомика, как правило, выращивают в рециркуляционных системах при очень высокой плотности посадки (до 500 кг/м<sup>3</sup>), причем, чем выше плотность их содержания, тем ниже конкуренция сомов за пищу и пространство. Африканский сом отличается высокой устойчивостью к заболеваниям. Эта рыба эффективно использует комбикорм, затраты которого, как правило, составляют 0,8-1,2 кг на 1 кг прироста. Клариевый сом обладает высокой толерантностью к повышенному содержанию в воде соединений азота, нередко содержащихся в теплых водах. Благодаря способности сома использовать для дыхания атмосферный воздух, снижаются капитальные затраты на установку кислородного оборудования на 25-40 % [1, с. 5-40].

Природно-климатические условия Западно-Сибирского региона не позволяют культивирование клариевого сома в естественных водоемах. В результате исследований, выполненных в 2000-х годах на ООО «Пышма-96», была определена возможность использования рыбоводных бассейнов, снабжаемых геотермальной водой, для выращивания этих видов рыб. Впервые личинки клариевого сома в количестве 100 тыс. экз. завезены на рыбхоз «Пышма-96» в 2008 г. Отобранные в ремонтное стадо особи содержались на геотермальной воде, смешанной с речной, при температуре 26-28 °С и концентрации растворенного в воде кислорода 3-5 мг/дм<sup>3</sup>. Начало созревания производителей отмечено через три года. Первые опыты получения и инкубации икры клариевого сома не увенчались успехом – небольшое количество полученных личинок после периода выдерживания погибло. Начиная с 2015 г., искусственное воспроизводство клариевого сома в условиях данного хозяйства проводят два-четыре раза в год (рис. 3). Так, в 2017 г.

получено более 4-х млн. эмбрионов. Планируется, что в год завод будет производить до 1100 тонн африканского сома товарной массы.

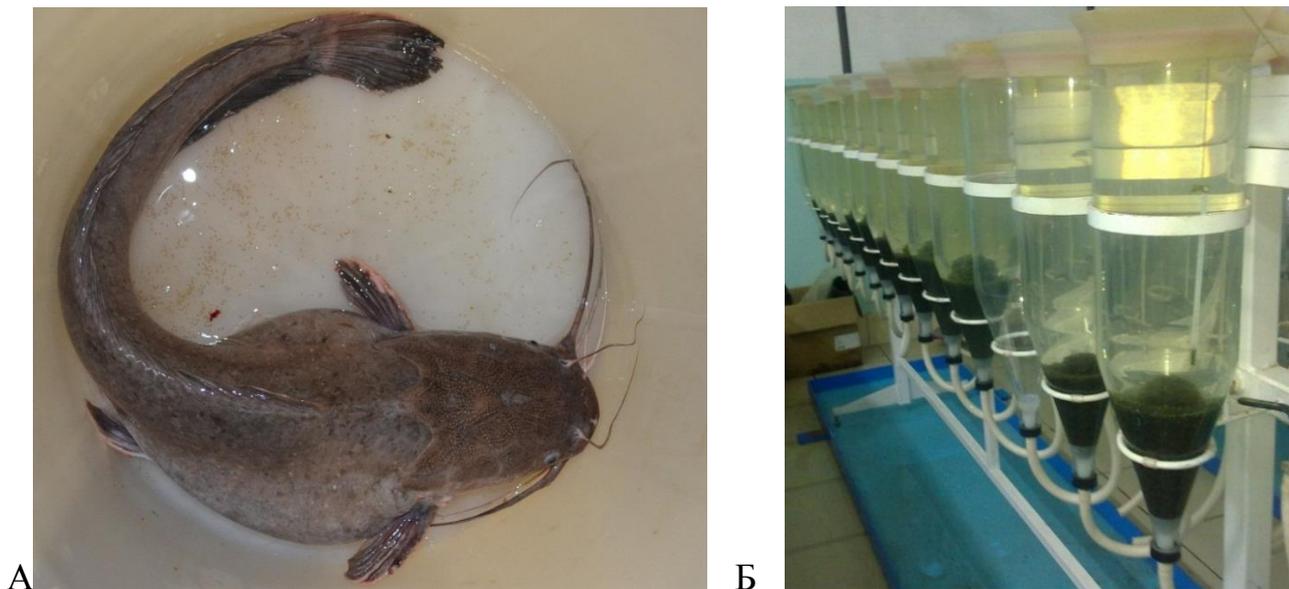


Рис. 3. А – Самка клариевого сома перед получением икры.

Б – Инкубация икры клариевого сома на ООО «Пышма-96»

Таким образом, хозяйство уже сегодня является единственным крупным промышленным предприятием юга Западной Сибири, занимающимся искусственным воспроизводством тропических видов рыб на основе интенсивных технологий и использующим энергосберегающие подземные термальные воды в качестве источника водоснабжения.

Для расширения масштабов геотермальной аквакультуры тепловодных видов рыб можно использовать территорию Тюменского рыбопитомника, построенного в 70-х годах прошлого столетия для выращивания молоди в прудах с геотермальным водоснабжением. На Тюменском рыбопитомнике имеются дополнительные неэксплуатируемые площади (зимовальные и мальковые пруды), заполняемые термальной водой, что позволило бы осуществлять в течение 7 месяцев (с апреля по октябрь) выращивание товарного сома. Возможность регулирования температурного режима в этом хозяйстве определяется мощностью источника геотермальной воды и ее температурой (на изливе + 39 °С). Существенное снижение температуры в зимние месяцы (до 10-15 °С) ограничивает продолжительность выращивания

товарной рыбы. Отмеченные особенности температурного режима прудов с геотермальным водоснабжением требуют дальнейшей отработки технологии воспроизводства и выращивания африканского сома. В связи с тем, что при выращивании сома в прудах рыбопродуктивность составляет не более 60 т/га в год [1, с. 5-16], повышение выхода товарной продукции (до 300-500 кг/м<sup>3</sup>) может быть достигнуто путем использования садков, крытых полиэтиленовой пленкой и установленных в пруды с геотермальным водоснабжением, при массе посадочного материала 50 г. Особенностями этого периода онтогенеза является снижение потребности сома в содержании растворенного в воде кислорода, так как начинает функционировать наджаберный орган, и снижение требований к качеству используемой воды.

Следует отметить, что нормативов по прудовому, садковому и бассейновому выращиванию африканского сома с целью получения продукции аквакультуры и формирования маточных стад при использовании энергосберегающих геотермальных слабоминерализованных вод для водоемов Российской Федерации не разработано. Опыт, полученный при разработке нормативов в перспективе будет учтен при развитии индустриальных рыбоводных хозяйств Западной Сибири, использующих не только геотермальные, но теплые отработанные воды ТЭЦ и ГРЭС в 1 зоне рыбоводства.

На экспериментальном производственном участке ФГБНУ «Госрыбцентр», начиная с 1998 г., проводится круглогодичное бассейновое выращивание сибирского осетра и стерляди с целью формирования маточных стад. В результате комплексных рыбоводно-биологических исследований в 1998-2017 гг. разработаны основные биотехнические приемы выращивания сибирского осетра и стерляди на слабоминерализованной воде до созревания и получения половых продуктов высокого рыбоводного качества. Отмечено ускоренное развитие линейно-весового роста и воспроизводительной системы сибирского осетра, сроки созревания при этом сокращаются в 3-5 раз (рис. 4).

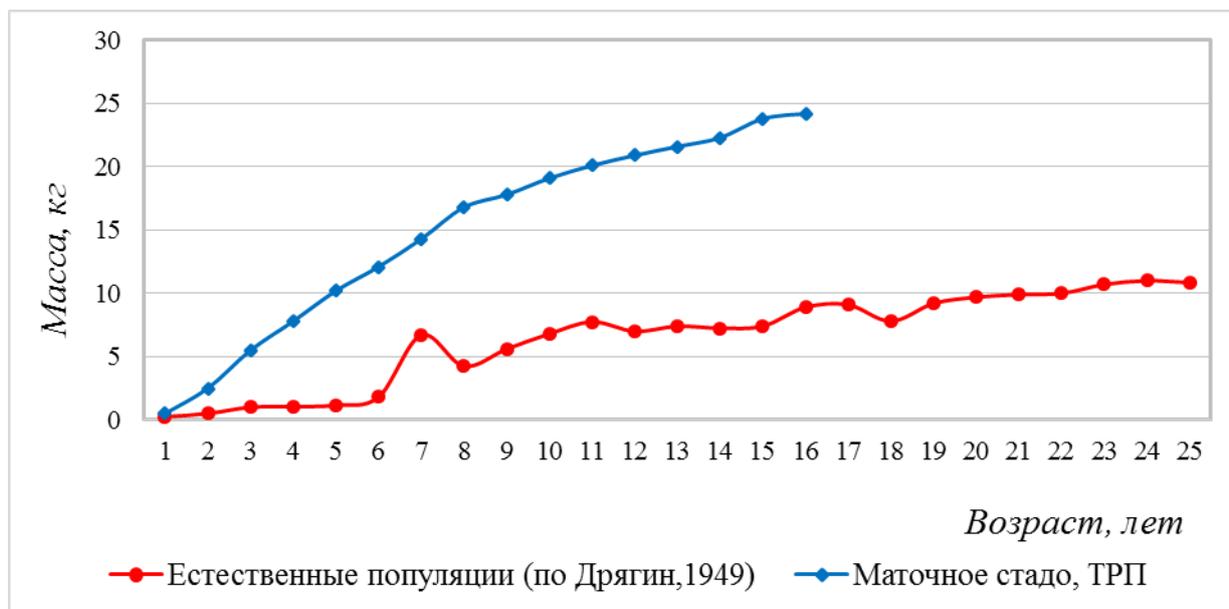


Рис. 4. Темпы весового роста (кг) сибирского осетра обской популяции в естественных [9, с. 330] и промышленных условиях (экспериментальный участок ФГБНУ «Госрыбцентр», 2001-2017 гг.)

За один год выращивания двухлетки стерляди и осетра достигают товарной массы  $500 \pm 48$  г и  $2,5 \pm 0,8$  кг соответственно. Максимальные приросты ихтиомассы за этот период у стерляди – 800 г, у осетра – 4,0 кг. Самцы обского осетра впервые созревают в возрасте четырех лет, самки – пяти-шести лет. Средняя рабочая плодовитость у осетра – 160 тыс. икринок (79–264 тыс. экз.), у стерляди - 31,08 тыс. икринок (колебания – от 10,11 до 55,30 тыс. экз.). Средняя оплодотворяемость икры у обоих видов – 90,2 %, минимальная – 80,5 %, максимальная - 99,3 %. Установлено, что при применении минерализованных вод сибирские осетровые не подвержены инвазионным заболеваниям эктопаразитов и имеют высокую пищевую активность.

От сформированных маточных стад осетровых ежегодно получают половые продукты высокого рыбоводного качества (рис. 5, 6). Кроме того, была доказана возможность получения рыбоводной икры от адаптированных к искусственному корму производителей осетра из естественной среды обитания.



Рис. 5. Получение рыбоводной икры от самки сибирского осетра из маточного стада ФГБНУ «Госрыбцентр»

Второе перспективное направление – использование термальной воды для получения артемии – лучшего стартового живого корма для личинок многих ценных видов рыб, в том числе, осетровых и клариевого сома. Эксперименты, проведенные в лабораторных и производственных условиях, позволили рекомендовать применение чистых солоноватых вод с минерализацией до  $6 \text{ г/дм}^3$  и естественной температурой ( $28 \text{ }^\circ\text{C}$ ) для инкубации артемии в течение 30 часов при плотности загрузки цист  $10 \text{ г/дм}^3$ .



Рис. 6. Самка сибирского осетра из маточного стада ФГБНУ «Госрыбцентр»

В последние годы в регионе заметно возросла активность предприятий, занимающихся товарным осетроводством и приобретающих посадочный материал (эмбрионы, личинки и молодь) сибирского осетра обской популяции и стерляди иртышской популяции у ФГБНУ «Госрыбцентр» с целью дальнейшего подращивания и выпуска в Обь-Иртышский бассейн. Так, за пять лет (2013-2017 гг.) поставка оплодотворенной икры осетра с ФГБНУ «Госрыбцентр» на рыбоводные хозяйства Западно-Сибирского региона (АЭРЗ, ООО «Новосибирский рыбозавод», ООО «Бородино» (г. Омск), ОАО «Югорский рыбозавод» (г. Ханты-Мансийск), Собский рыбоводный завод (пос. Харп, ЯНАО), Томский научно-производственный рыбоводный комплекс и др.) увеличилась почти в 4 раза – с 929 тыс. экз. в 2013 г. до 3 млн. 600 тыс. экз. зародышей в 2017 г. В случае ввода в эксплуатацию новых рыбоводных объектов, использующих смешанную геотермальную воду для подращивания рыбопосадочного материала сибирских осетровых, есть все основания считать, что рыбоводные предприятия региона смогут значительно увеличить численность популяций в Обь-Иртышском бассейне.

Перспективность геотермального рыбоводства на юге Западной Сибири огромна. Только в районе г. Тюмени имеются 19 участков, водозаборы которых эксплуатируют воды готерив-барремского водоносного комплекса. В настоящее время начали использовать минерализованную воду на действующем Шороховском рыбоводном комплексе ООО «Сибирский осетр». Кроме того, готовится проектная документация для постройки рыбоводного цеха в Исетском районе, рыбоводных хозяйств в Курганской (с. Каргаполье) и Свердловской (г. Тавда) областях на основе установки замкнутого водоснабжения.

### **Список использованной литературы**

1. Власов В.А. Рекомендации по воспроизводству и выращиванию клариевого сома с использованием установок с замкнутым циклом водообеспечения / В.А. Власов, А.П. Завьялов, Ю.И. Есавкин // М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2010. – 48 с.

2. Князев И.В. Биологические основы выращивания молоди карпа в индустриальном рыбопитомнике на геотермальных водах /И.В. Князев// Автореф. дисс...канд. биол. наук. – М., 1983. – 24 с.
3. Литвиненко А.И. Рыбоводство Урала и Западной Сибири /А.И. Литвиненко// Рыбоводство и рыболовство. 1999. №3. – С. 10.
4. Михайлова Л.В. Характеристика геотермальной воды в Тюменской области, используемой для целей рыбоводства /Л.В. Михайлова, И.В. Князев, Б.П. Ставицкий, В.Е. Силич//Вопросы повышения рыбопродуктивности водоемов Западной Сибири. – Томск, 1979. – С. 98-102.
5. Мамонтов Ю.П. Товарное рыбоводство в России /Ю.П. Мамонтов, В.С. Захаров // Рыба и морепродукты. - № 1 (45). Владивосток, 2009. – С. 8.
6. Петрова Т.Г. Биотехнические основы товарного выращивания бестера в садках и бассейнах с использованием отработанных вод электростанций /Т.Г. Петрова//Освоение теплых вод энергетических объектов для интенсивного рыбоводства ///Матер. науч. конф. Киев: «Наукова Думка», 1978. – С. 166-170.
7. Рождественский М.И. О возможности использования геотермальных вод Сибири для круглогодичного выращивания гибрида белуги со стерлядью /М.И. Рождественский// Тез. отчетной сессии ЦНИОРХа, Астрахань, 1972. – С. 149.
8. Старков В.Д. Геологическая история и минеральные богатства Тюменской земли /В.Д. Старков, Л.А. Тюлькова// Тюмень, 1996. – 192 с.
9. Экология рыб Обь-Иртышского бассейна // под ред. Д.С. Павлова, А.Д. Мочека, М.: Товарищество научных изданий КМК. 2006. 596 с.