

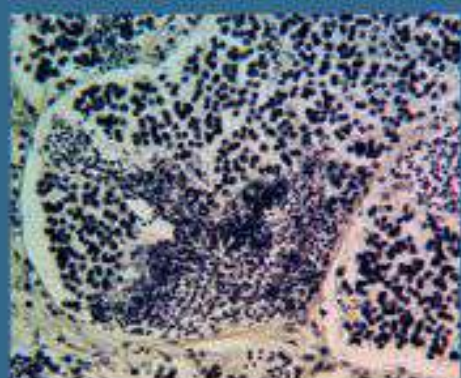
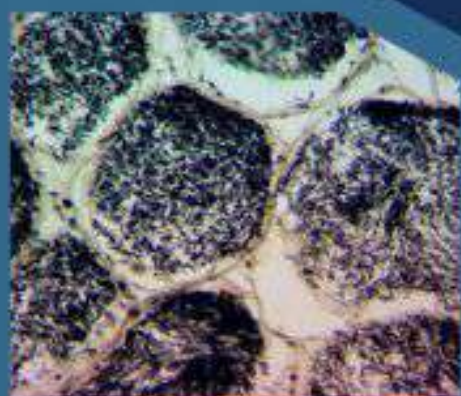
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение  
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА И ОКЕАНОГРАФИИ»

Филиал по пресноводному рыбному хозяйству ФГБНУ «ВНИРО»  
(«ВНИИПРХ»)



## ТЕХНИЧЕСКОЕ РУКОВОДСТВО ПО УПРАВЛЕНИЮ РЕПРОДУКТИВНЫМИ СВОЙСТВАМИ САМЦОВ ОСЕТРОВЫХ РЫБ В УСЛОВИЯХ ИНДУСТРИАЛЬНЫХ ХОЗЯЙСТВ



Астрахань 2023

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение  
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА И ОКЕАНОГРАФИИ»

Филиал по пресноводному рыбному хозяйству ФГБНУ «ВНИРО»  
(«ВНИИПРХ»)



**ТЕХНИЧЕСКОЕ РУКОВОДСТВО ПО УПРАВЛЕНИЮ  
РЕПРОДУКТИВНЫМИ СВОЙСТВАМИ САМЦОВ ОСЕТРОВЫХ РЫБ  
В УСЛОВИЯХ ИНДУСТРИАЛЬНЫХ ХОЗЯЙСТВ**



Астрахань 2023

УДК 639.3  
ББК 47.2  
Т38

**Техническое руководство по управлению репродуктивными свойствами самцов осетровых рыб в условиях промышленных хозяйств / Мельченков Е.А., Илясова В.А., Мышкин А.В., Калмыкова В.В., Воробьев А.П., Арчибасов А.А., Мищенко А.В., Козовкова Н.А., Антипина Ю.А. – Астрахань: Издатель Сорокин Роман Васильевич, 2023. – 45 с.**

**ISBN**

Техническое руководство разработано в Филиале по пресноводному рыбному хозяйству ФГБНУ «ВНИРО» («ВНИИПРХ»)

Техническое руководство рассмотрено и одобрено ученым советом Филиала по пресноводному рыбному хозяйству ФГБНУ «ВНИРО» («ВНИИПРХ») (протокол № 2 от 19.01.2023 г.)

**Рецензент:** д.б.н., проф., зав. лаб. осетроводства и перспективные объекты аквакультуры, Пономарев С.В. ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет»

В техническом руководстве рассматриваются процессы прохождения сперматогенеза сибирского осетра и стерляди при формировании воспроизводительной системы самцов, гистологическая картина семенников в межнерестовые периоды в зависимости от температуры воды, представлены технологические аспекты и практические рекомендации по управлению репродуктивными свойствами самцов осетровых рыб в условиях промышленных хозяйств различного типа. Руководство предназначено для научных работников, специалистов и предпринимателей, занимающихся воспроизводством осетровых рыб на промышленных предприятиях, преподавателей и студентов средних специальных и высших учебных заведений.

**Technical manual on the management of reproductive properties of male sturgeon males in the conditions of industrial farms / E.A. Melchenkov, V.A. Ilyasova, A.V. Myshkin, V.V. Kalmykova, A.P. Vorobyov, A.A. Archibasov, A.V. Mishchenko, N.A. Kozovkova., Yu.A. Antipina. – Astrakhan: Publisher Sorokin Roman Vasilyevich, 2023. – 45 p.**

The technical manual was developed at the Branch for the freshwater fisheries of the Federal State Budget Scientific Institution "VNIRO" ("VNIIPRKh")

The technical manual was reviewed and approved by the Scientific Council Branch for the freshwater fisheries of the Federal State Budget Scientific Institution "VNIRO" ("VNIIPRKh") (Minutes No. 2 dated 19.01.2023)

**Reviewer:** Doctor of Biology, prof., head. lab. Sturgeon breeding and promising objects of aquaculture, S.V. Ponomarev. FSBEI HE "Astrakhan State Technical University"

The technical manual describes the processes of spermatogenesis in Siberian sturgeon and sterlet during the formation of the reproductive system of males, the histological picture of the testes in the inter-spawning periods depending on the water temperature, presents technological aspects and practical recommendations for managing the reproductive properties of sturgeon males in industrial farms of various types. The guide is intended for researchers, specialists and entrepreneurs engaged in the reproduction of sturgeon fish at industrial enterprises, teachers and students of secondary specialized and higher educational institutions.

© Филиал по пресноводному рыбному хозяйству  
ФГБНУ «ВНИРО» («ВНИИПРХ»), 2023

## Введение

С развитием индустриальной осетровой аквакультуры все большее значение приобретает роль самцов, так как от их воспроизводительной способности зависит конечный результат работы по получению потомства при искусственном воспроизводстве. Резкое изменение условий нахождения организма по отношению к природному ареалу обитания в первую очередь сказывается на развитии и формировании генеративной системы у длинноцикловых (осетровых) видов рыб. В представленной работе показано формирование половых продуктов самцов осетровых рыб в неспецифических для вида условиях индустриальных тепловодных хозяйств. Исследования подтвердили возможность регулирования процесса сперматогенеза на примере сибирского осетра ленской популяции и стерляди волжской популяции путем изменения температурных условий содержания осетровых рыб.

Для осетровых рыб характерен единовременный тип икрометания, волна сперматогенеза в природных условиях закономерно носит сезонный характер. На прямоточных индустриальных рыбоводных предприятиях температурный режим воды, имеет значительные колебания, в то же время в условиях установок замкнутого водообеспечения (УЗВ) эти колебания могут быть сведены к минимуму, и рыба может находиться в заданных для нее условиях определенный период времени, что непосредственно сказывается на процессе развития половых клеток при формировании гонад и прохождении половых циклов. При сходстве закономерного процесса сперматогенеза у единовременно нерестующих рыб прижизненный поэтапный анализ развития половых клеток позволяет определять не только показатели зрелости, но и детально выявлять особенности прохождения процесса сперматогенеза в зависимости от экологических факторов.

При условии организации искусственного воспроизводства осетровых рыб на предприятиях подобного типа знание закономерностей развития половых клеток в зависимости от суммы тепла носит основополагающий характер, позволяющий компетентно подойти к процессу не только формирования гонад рыб, но и получению от них половых продуктов (спермы) высокого рыбоводного качества, разрабатывая при этом пути управления процессом воспроизводства разных видов рыб. Ориентируясь по набранной производителями (самцами сибирского осетра и стерляди) общей суммы тепла можно синхронизировать рыбоводные процессы (циклы) по получению половых продуктов от самцов и в определенных случаях обеспечивать неоднократный (в течение календарного года) получение от одних и тех же самцов половых продуктов.

## **1. Сибирский осетр (*Acipenser baerii* Brandt, 1869) ленской популяции**

В аквакультуре России сибирский осетр используется с 1981 года после того, как во ВНИИПРХ под руководством И.И. Смольянова впервые в мире было получено потомство от сформированного в условиях индустриального хозяйства маточного стада. За очень короткий промежуток времени он стал основным объектом товарного осетроводства не только в России, но и далеко за ее пределами.

До настоящего времени сибирский осетр является одним из основных объектов индустриального рыбоводства. В связи с этим особый интерес вызывает оценка возможности влияния на репродуктивную функцию самцов сибирского осетра в неспецифических для вида условиях при годовой сумме тепла 5600 градусо-дней.

В представленном материале рассматриваются вопросы влияния температурных режимов содержания рыб на формирование воспроизводительной системы, протекание процесса сперматогенеза и продукционные характеристики впервые созревающих самцов сибирского осетра в условиях хозяйств различного типа.

В естественном ареале обитания самцы сибирского осетра ленской популяции созревают в возрасте 9-10 лет (Соколов, Малютин, 1977).

В тепловодных хозяйствах, где ежегодная сумма тепла составляет не менее 5500 градусо-дней, первые самцы созревают в возрасте 3-4 лет (при достижении суммы тепла около 22000 градусо-дней).

### **1.1. Формирование воспроизводительной системы самцов**

Зависимость в формировании воспроизводительной системы самцов сибирского осетра (гонад) от суммы тепла представлена на рисунках 1-22. Знание суммы тепла, полученной рыбой за период выращивания, позволяет ориентироваться в стадиях развития гонад и в сроках созревания самцов в условиях индустриального хозяйства. Одним из внешних факторов, подтверждающих их созревание, может являться появление «брачного» наряда.

На рисунках 1-4 представлены фотографии гонад сибирского осетра и гистологическая картина тканей гонад на I стадии зрелости в возрасте 378 суток.

На рисунках 5-12 представлен внешний вид разных особей гонад самцов сибирского осетра одинаковой массы, возраста и полученной суммы тепла, при этом коэффициент зрелости гонады на II стадии зрелости (рисунки 5, 6) выше, чем на III стадии (рисунки 9, 10) из-за наличия большего количества жира. Стадии зрелости подтверждаются результатами гистологического анализа гонад (рисунки 7, 8, 11, 12).

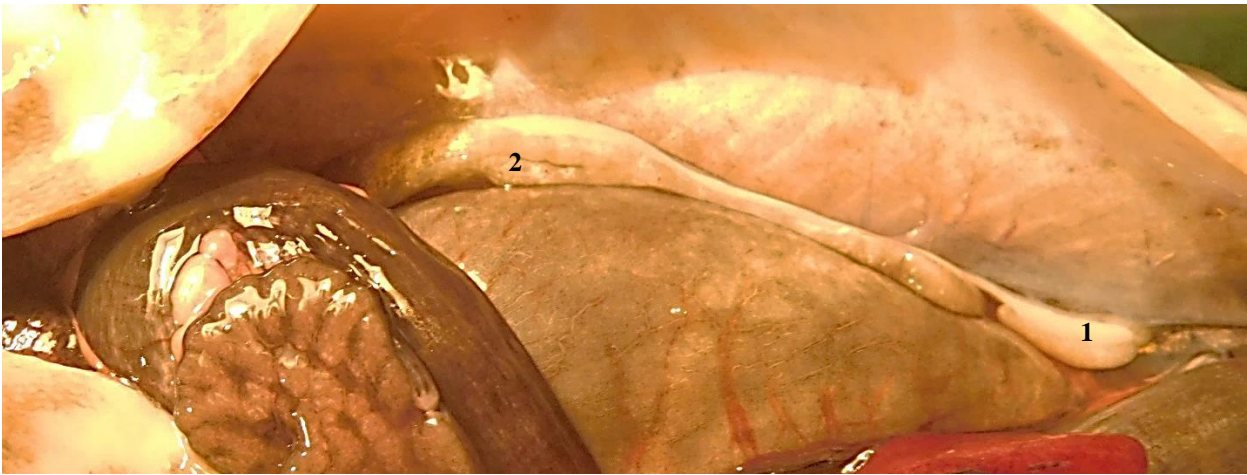


Рисунок 1 – Внешний вид левой гонады самца сибирского осетра в возрасте 378 суток, сумма тепла 5783 градусо-дней (I стадия зрелости), масса 0,47 кг, длина 55 см: 1 – генеративная ткань; 2 – жировая ткань

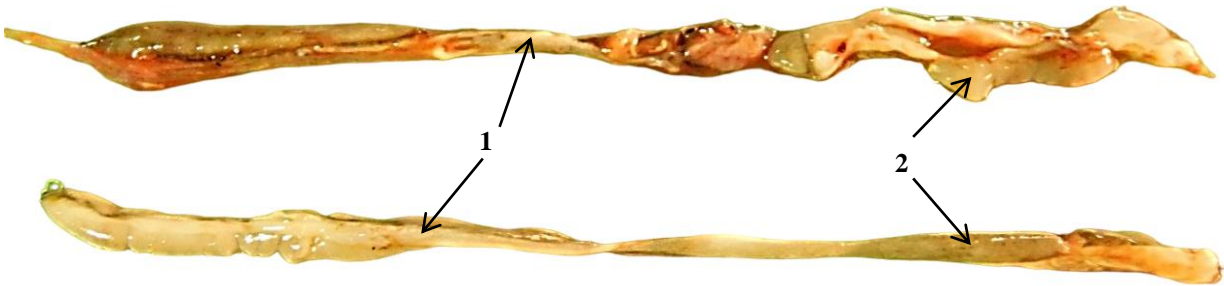


Рисунок 2 – Семенники самца сибирского осетра в возрасте 378 суток (I стадия зрелости) общей массой 1,5 г, коэффициент зрелости – 0,32%: 1 – генеративная ткань; 2 – жировая ткань

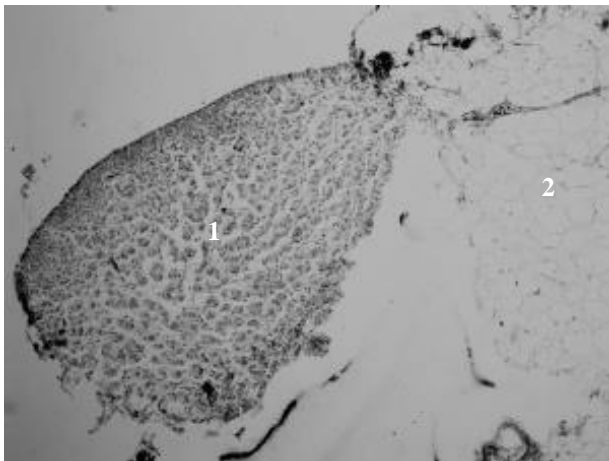


Рисунок 3 – Общий вид семенника I стадии зрелости: 1) гонада; 2) жировое тело.  
Ув. ок.10× об.10×

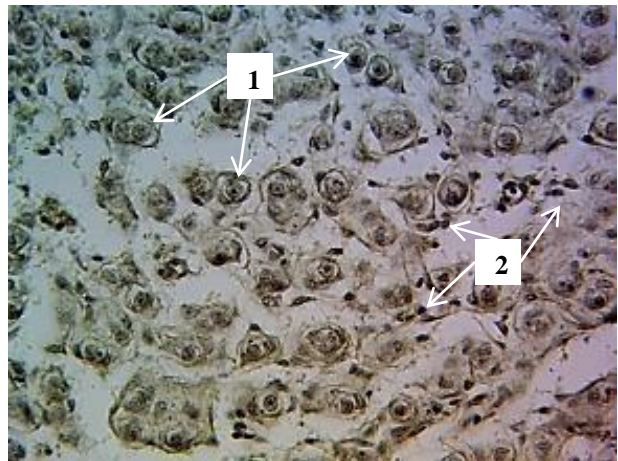


Рисунок 4 – Фрагмент гонады на I стадии зрелости: 1) первичные сперматогонии; 2) соединительнотканые клетки гонады.  
Ув. ок.10× об.40×



Рисунок 5 – Внешний вид левой гонады самца сибирского осетра в возрасте 1237 суток, сумма тепла 18926 градусо-дней (II стадия зрелости), масса 4,1 кг, длина 92 см:  
1 – генеративная ткань; 2 – жировая ткань



Рисунок 6 – Семенники самца сибирского осетра в возрасте 1237 суток (II стадия зрелости) общей массой 125,3 г, коэффициент зрелости – 3,0%: 1 – генеративная ткань; 2 – жировая ткань

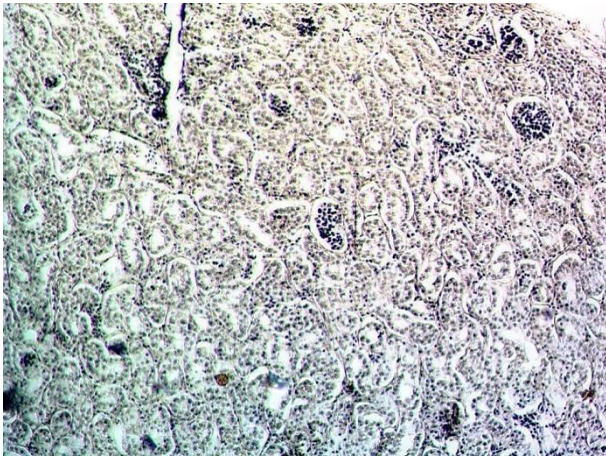


Рисунок 7 – Общий вид семенника II стадии зрелости. Ув. ок.10× об.10×

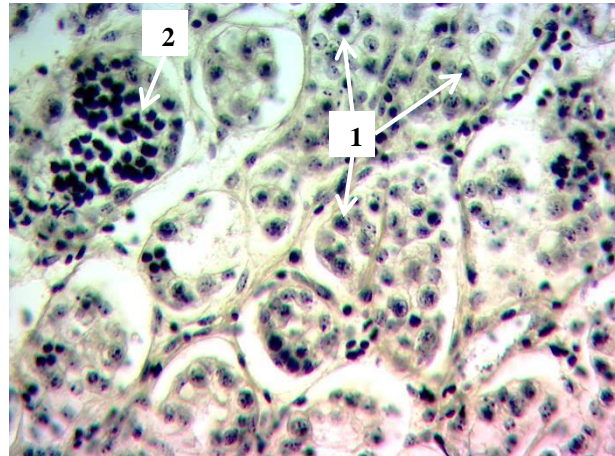


Рисунок 8 – Фрагмент семенника со сформированными цистами на II стадии зрелости: 1) цисты с вторичными сперматогониями; 2) митотические деления сперматогоний. Ув. ок.10× об.40×

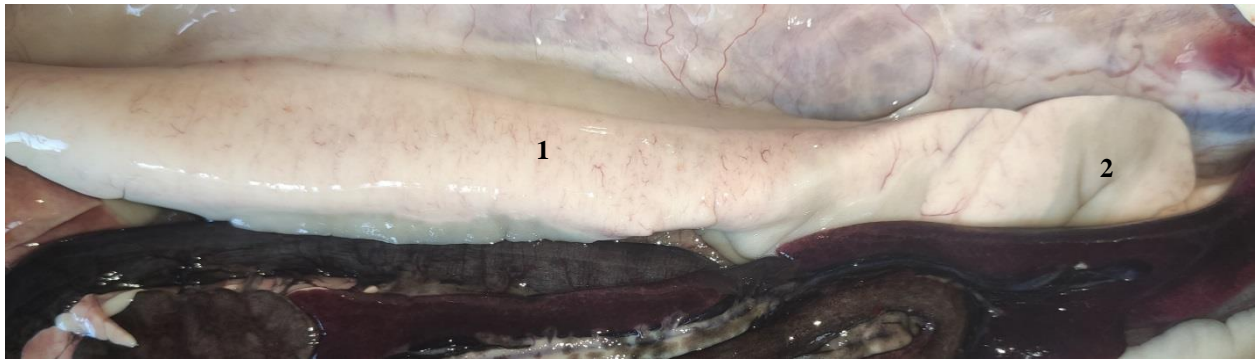


Рисунок 9 – Внешний вид левой гонады самца сибирского осетра в возрасте 1237 суток, сумма тепла 18926 градусо-дней (III стадия зрелости), масса 4,1 кг, длина 93 см:  
1 – генеративная ткань; 2 – жировая ткань



Рисунок 10 – Семенники самца сибирского осетра в возрасте 1237 суток (III стадия зрелости) общей массой 102,7 г, коэффициент зрелости 2,5%:  
1 – генеративная ткань; 2 – жировая ткань

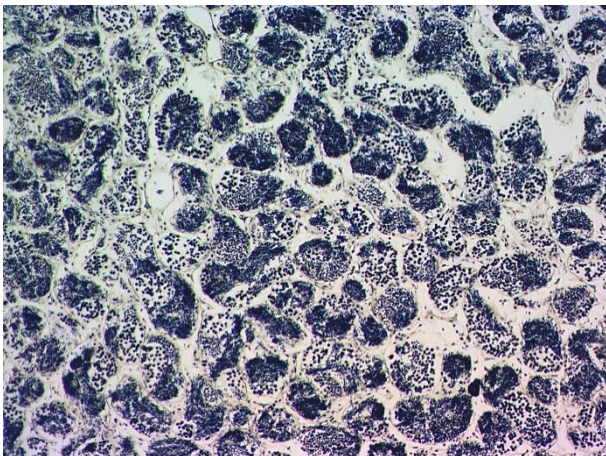


Рисунок 11 – Общий вид семенника III стадии зрелости. Ув. ок.10× об.10×

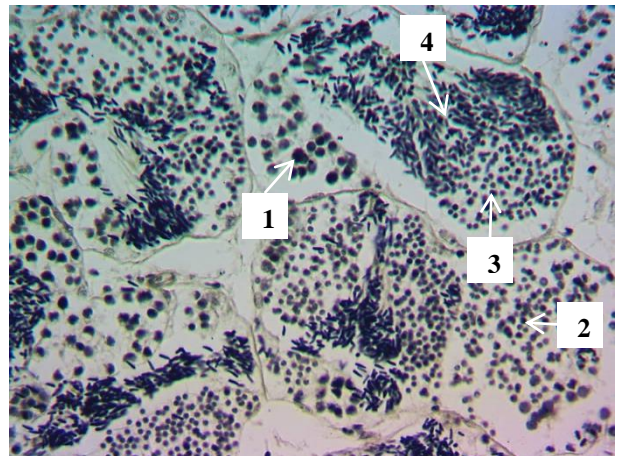


Рисунок 12 – Фрагмент семенника на III стадии зрелости (волна сперматогенеза):  
1) сперматоциты I порядка;  
2) сперматоциты II порядка; 3) сперматиды;  
4) сперматозоиды. Ув. ок.10× об.40×



При половом созревании у самцов (IV стадия зрелости), главным образом на голове, проявляется брачный наряд, в виде ярко выраженной жемчужной сыпи (рисунок 13). У самцов с менее выраженным брачным нарядом (рисунок 14) гонады также находятся в IV стадии зрелости. Внешний вид генеративной ткани гонад отличается от жировой ткани более интенсивным белым цветом, плотной структурой (рисунки 15, 16). На гистологическом срезе видно, что цисты наполнены зрелыми сперматозоидами (рисунки 17, 18).

В гонадах самцов после получения эякулята наблюдаются небольшие кровоизлияния (рисунки 19, 20). Гистологический анализ гонады показывает наличие опустевших цист и цист с остатками резорбирующихся сперматозоидов (рисунки 21, 22).



Рисунок 13 – «Брачный наряд» зрелого самца сибирского осетра в возрасте 5,5 лет (1997 сут.), масса 5,0 кг, длина 92 см



Рисунок 14 – Внешний вид самца сибирского осетра в возрасте 5,5 лет (2011 сут. – IV стадия зрелости), масса 5,2 кг, длина 94 см, брачный наряд слабо выражен

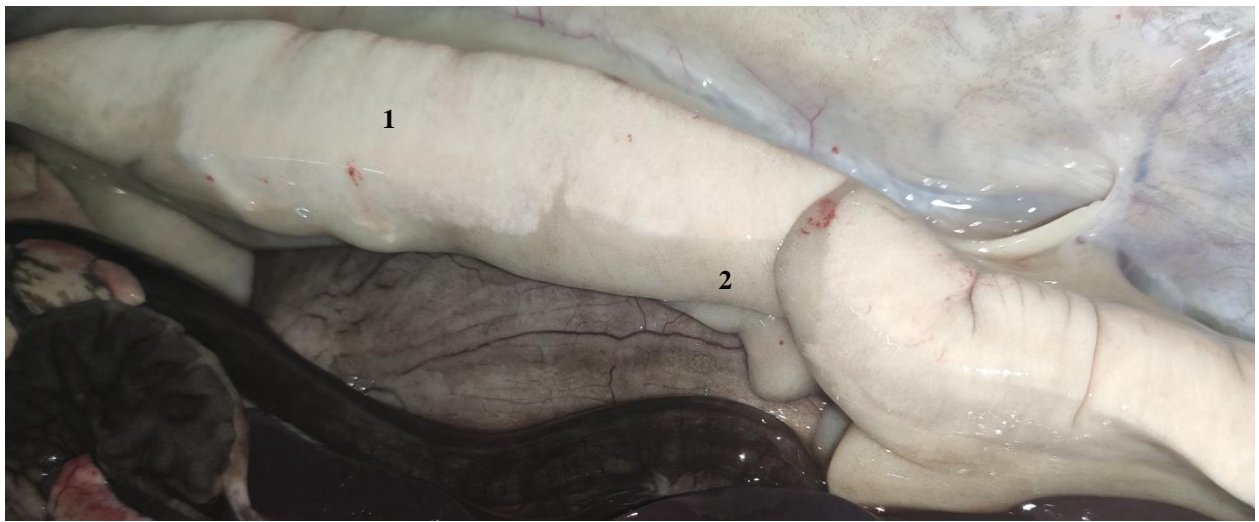


Рисунок 15 – Внешний вид левой гонады зрелого самца сибирского осетра в возрасте 1997 суток, сумма тепла 30554 градусо-дней (IV стадия зрелости), масса 5,0 кг, длина 92 см:  
1 – генеративная ткань; 2 – жировая ткань



Рисунок 16 – Семенники самца сибирского осетра в возрасте 1997 суток (IV стадия зрелости) общей массой 231,2 г, коэффициент зрелости – 4,6%:  
1 – генеративная ткань; 2 – жировая ткань

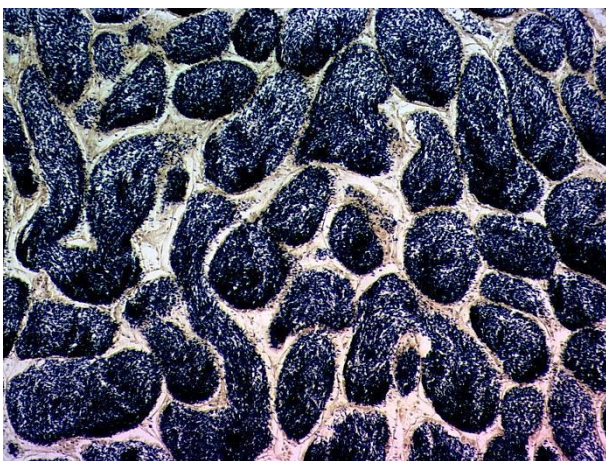


Рисунок 17 – Общий вид семенника IV стадии зрелости со зрелыми цистами.  
Ув. ок.10× об.10×

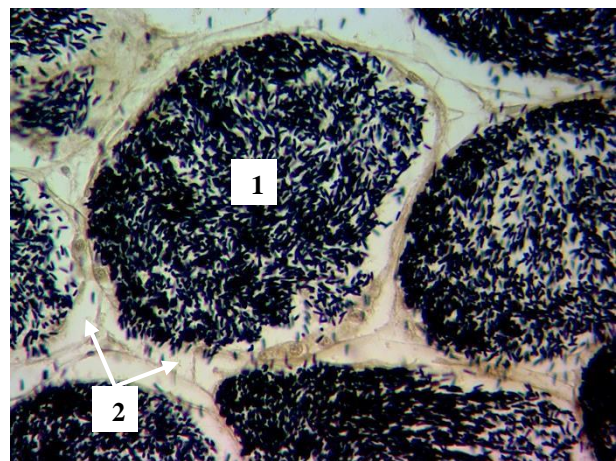


Рисунок 18 – Фрагмент семенника на IV стадии зрелости: 1) циста с зрелыми сперматозоидами; 2) фолликулярный эпителий. Ув. ок.10× об.40×



Рисунок 19 – Внешний вид левой гонады зрелого самца сибирского осетра в возрасте 2011 суток, сумма тепла 30768 градусо-дней (IV стадия зрелости) после 4 сцеживания эякулята (сутки от первой порции), масса 5,2 кг, длина 94 см:  
1 – генеративная ткань; 2 – жировая ткань



Рисунок 20 – Семенники самца сибирского осетра в возрасте 2011 суток после 4-го сцеживания эякулята (сутки от первой порции) общей массой 422,0 г, коэффициент зрелости – 8,0%: 1 – генеративная ткань; 2 – жировая ткань; 3 – кровоизлияния в задней части гонады

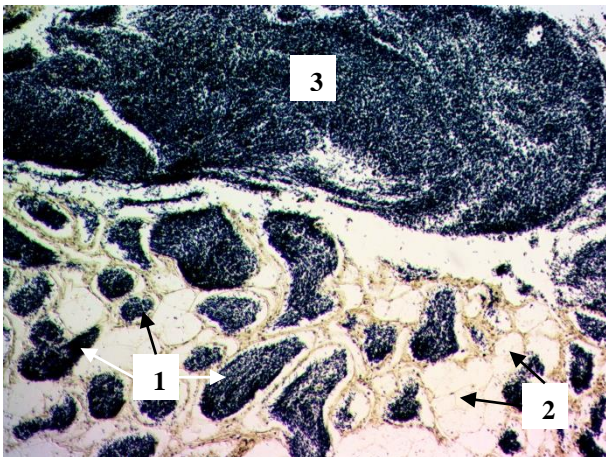


Рисунок 21 – Фрагмент семенника V-VI стадий зрелости: 1) цисты с остатками сперматозоидов; 2) опустевшие цисты; 3) сперматозоиды в выводном протоке.  
Ув. ок.10× об.10×

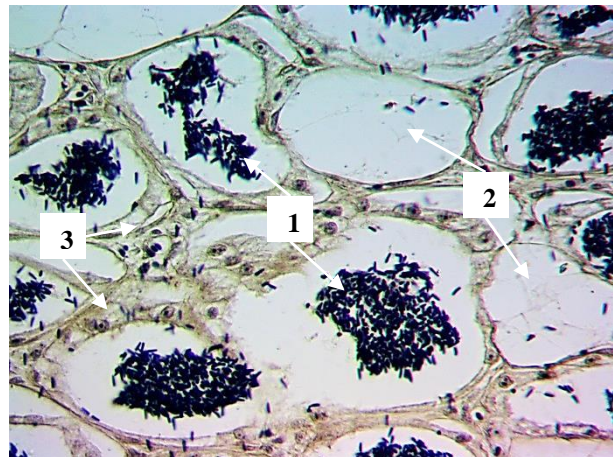


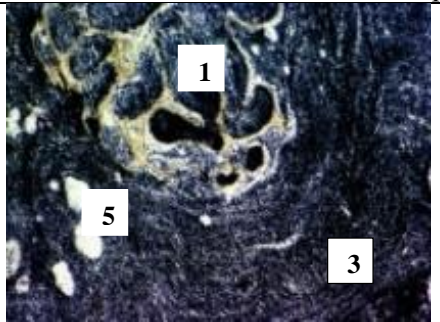
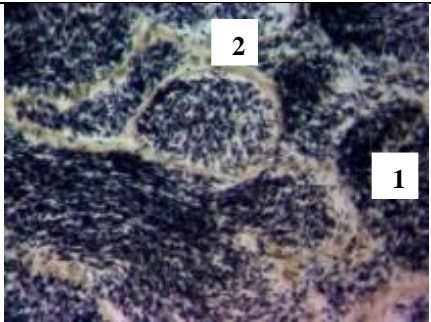
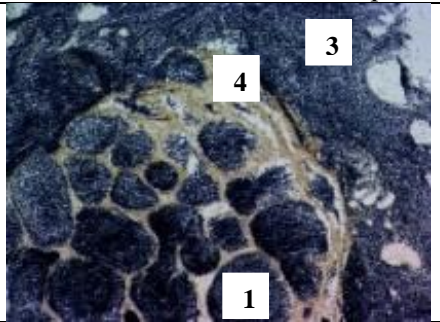
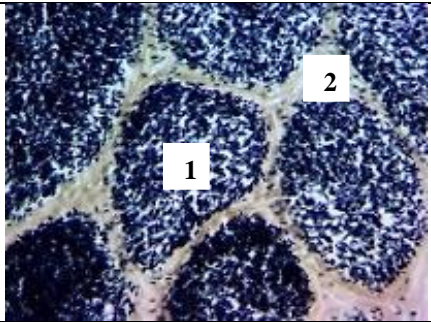
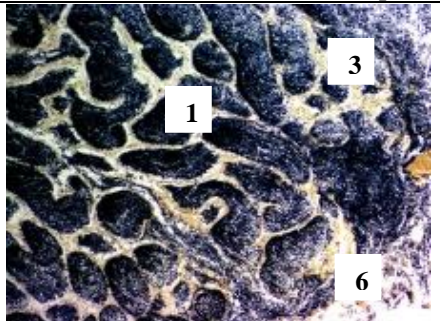
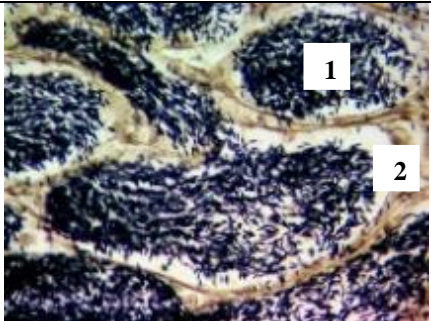
Рисунок 22 – Фрагмент семенника VI стадии зрелости: 1) цисты с остатками резорбирующихся сперматозоидов; 2) опустевшие цисты; 3) стенки оболочек цист с фолликулярными клетками кубической формы. Ув. ок.10× об.40×

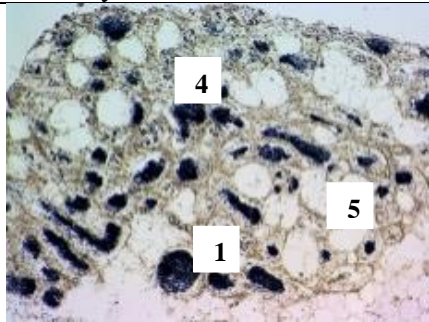
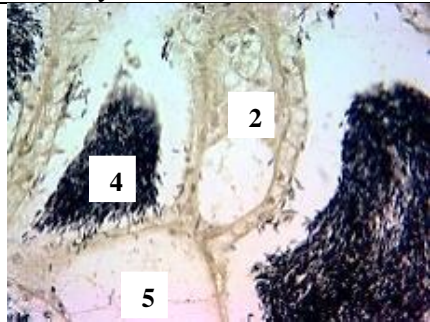
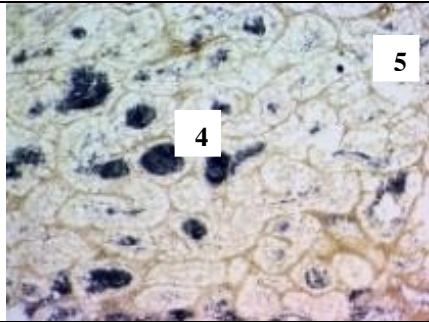
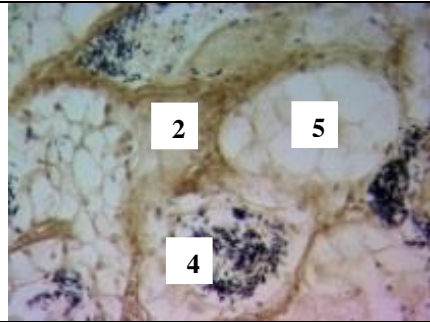
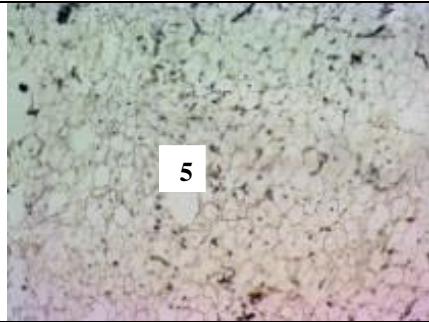
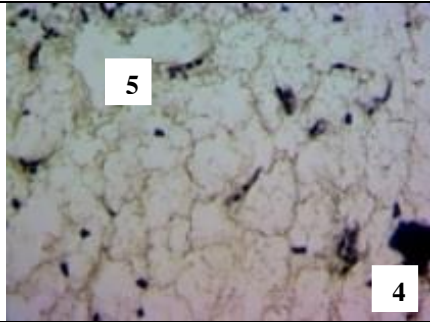
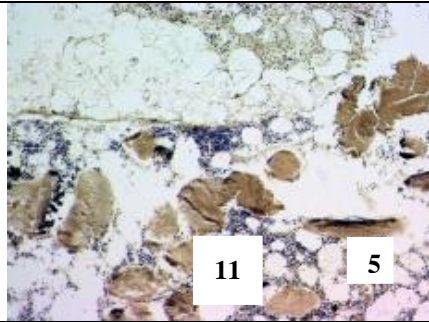
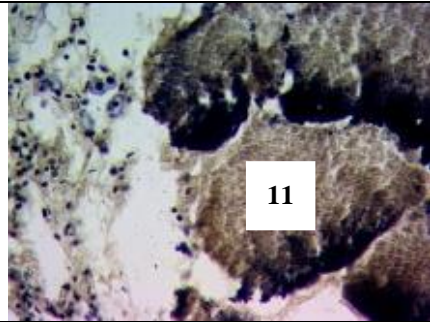
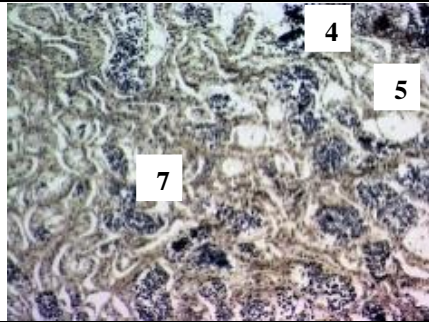
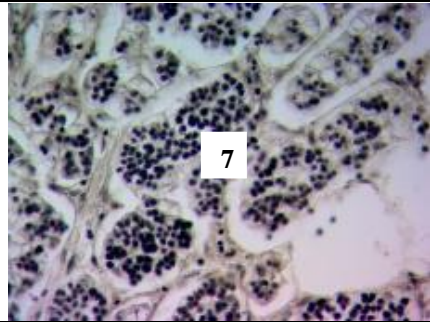
Диагностика пола у сибирского осетра возможна со второй стадии зрелости гонад при достижении возраста 2-3 лет и массы тела 3-4 кг с применением аппарата УЗИ или прижизненным способом отбора проб (метод биопсии) с дальнейшей обработкой тканей гонад гистологическим методом.

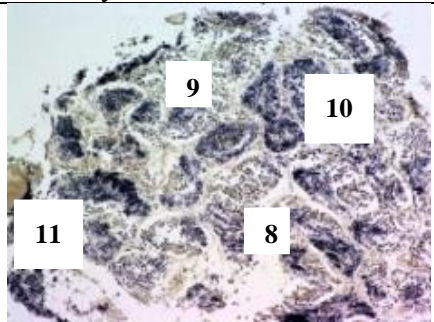
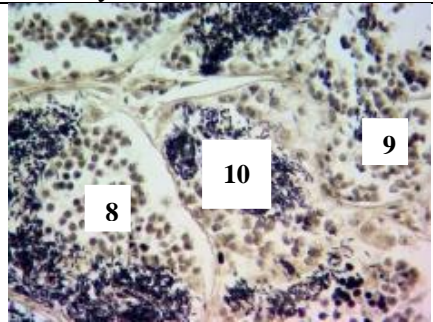
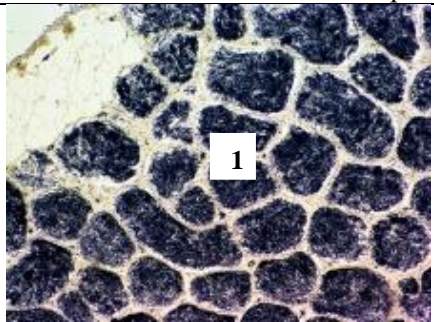
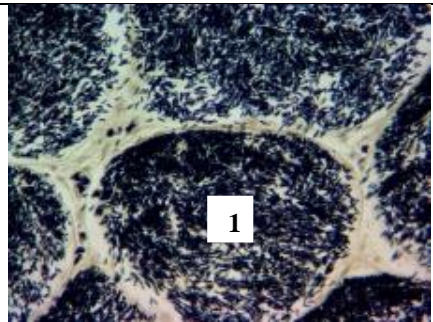
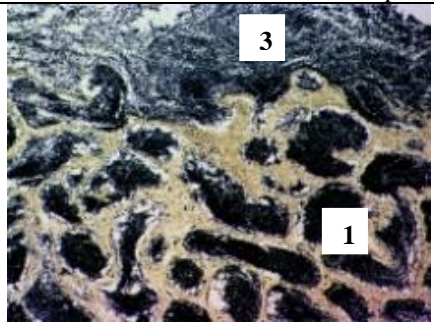
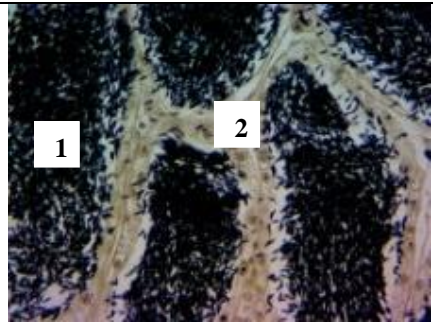
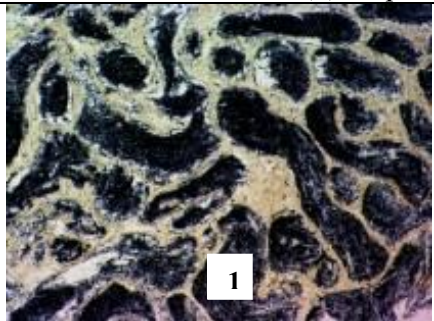
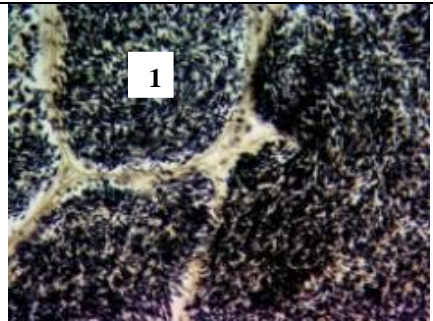
## 1.2. Гистологическая картина прохождения процесса сперматогенеза у самцов сибирского осетра в условиях индустриальных хозяйств различного типа

Характеристика сперматогенеза и развития половых клеток (после созревания) в течение годового полового цикла с ежемесячными показателями суммы тепла и ее нарастающим итогом при содержании в прямоточных бассейнах с годовой суммой тепла 5506 градусо-дней представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристика сперматогенеза сибирского осетра при содержании в прямоточном бассейне на протяжении 365 суток

Описание развития половых клеток в течение годового полового цикла	Гистологическая картина сперматогенеза	
	ув. ок.10× об.10×	ув., ок.10× об.40×
С января по март интенсивно протекает волна сперматогенеза с преобладанием цист со зрелыми сперматозоидами. Одновременно присутствует небольшое количество опустевших и с резорбирующимися сперматозоидами цист, что является нормой асинхронного развития половых клеток (IV стадия зрелости).	Январь 292 <sup>1</sup>	
		
	Февраль – 255 <sup>1</sup> /547 <sup>2</sup>	
		
	Март – 315 <sup>1</sup> /862 <sup>2</sup>	
		
В апреле наблюдается	Апрель – 338 <sup>1</sup> /1200 <sup>2</sup>	

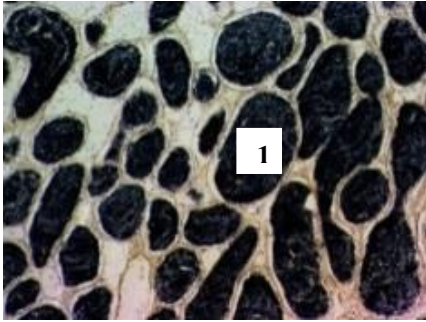
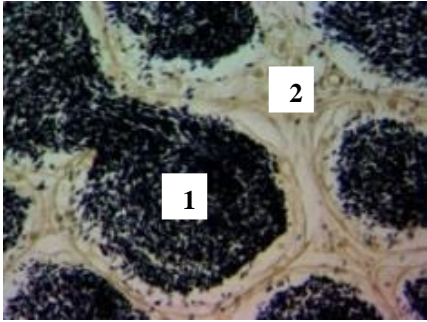
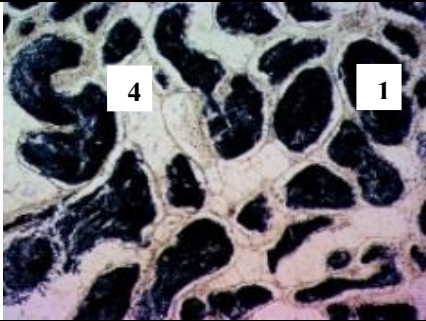
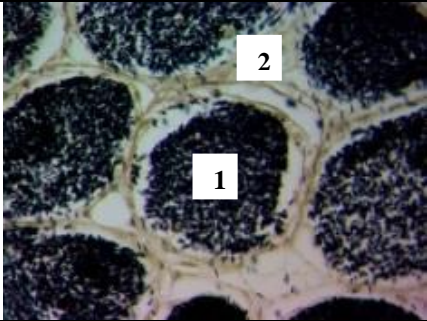
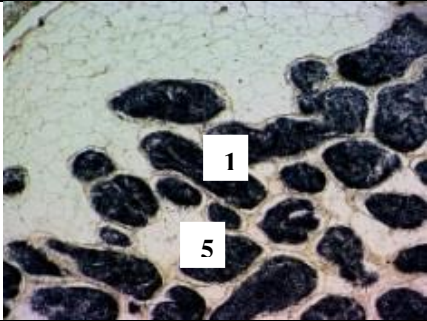
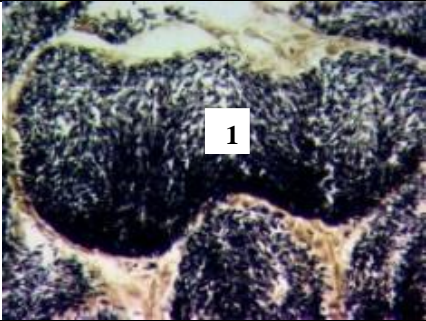
Описание развития половых клеток в течение годовичного полового цикла	Гистологическая картина сперматогенеза	
	ув. ок.10× об.10×	ув., ок.10× об.40×
<p>равноценное присутствие в разных цистах зрелых и резорбирующихся сперматозоидов (IV стадия зрелости).  В мае увеличивается количество цист с резорбирующимися сперматозоидами, а также наблюдается наличие опустевших цист (IV-VI стадии зрелости<sup>3</sup>).</p>		
	Май – 538 <sup>1</sup> /1738 <sup>2</sup>	
<p>В июне в основном присутствуют опустевшие от сперматозоидов цисты и небольшое количество перезревших резорбирующихся сперматозоидов в цистах и выводном протоке.  В июле в цистах и выводном протоке наблюдается остаточная тотальная резорбция перезревших сперматозоидов (VI, VI-II стадия зрелости).</p>		
	Июнь – 658 <sup>1</sup> /2396 <sup>2</sup>	
<p>В августе наблюдается начало нового полового цикла с остаточными процессами резорбции. В цистах происходит размножение сперматогоний.</p>		
	Июль – 769 <sup>1</sup> /3165 <sup>2</sup>	
<p>В сентябре наблюдается</p>		
	Август – 685 <sup>1</sup> /3850 <sup>2</sup>	
<p>В сентябре наблюдается</p>		
Сентябрь – 496 <sup>1</sup> /4346 <sup>2</sup>		

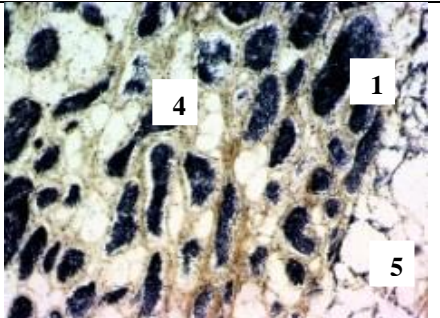
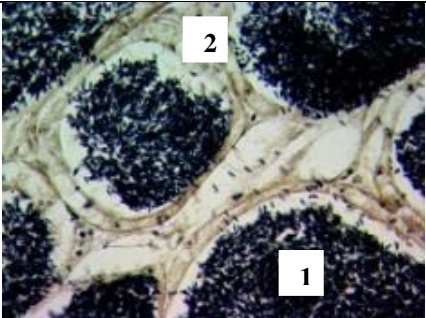
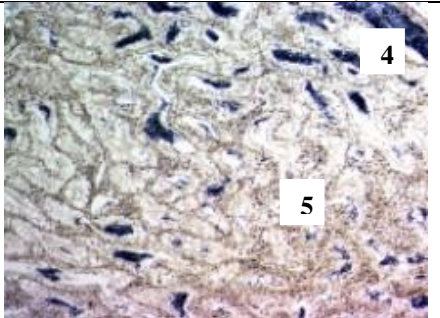
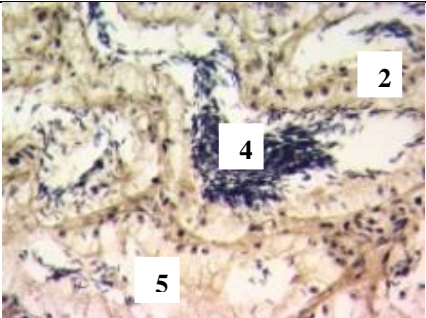
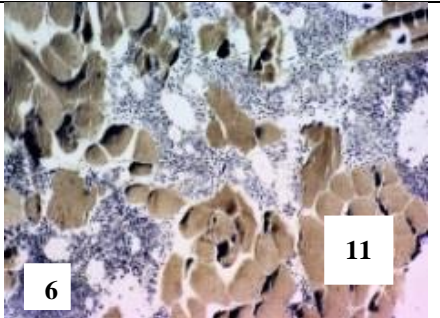
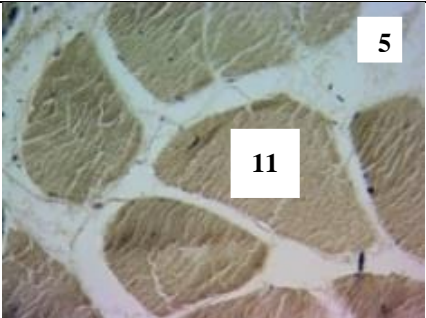
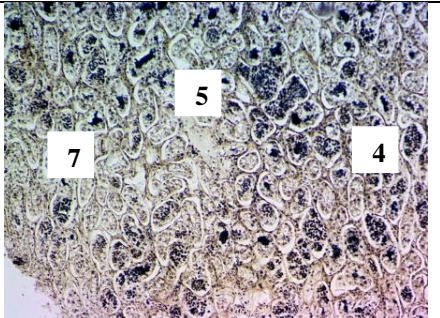
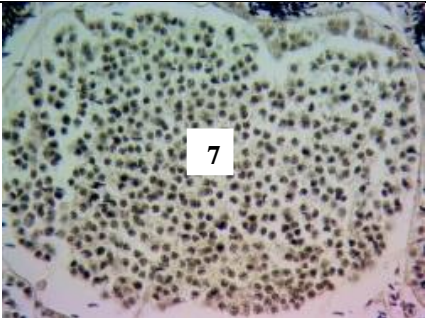
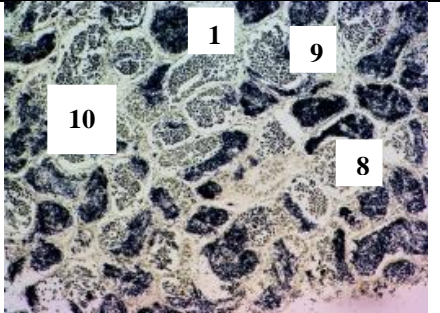
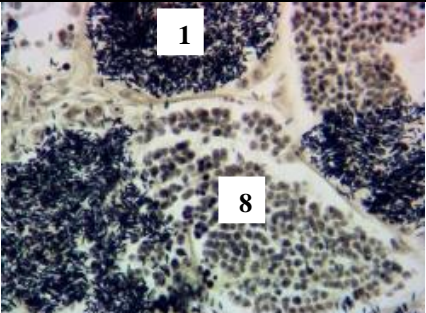
Описание развития половых клеток в течение годового полового цикла начало новой волны сперматогенеза. Два деления мейоза с формированием сперматоцитов I и II порядка и сперматид.	Гистологическая картина сперматогенеза	
	ув. ок.10× об.10×	ув., ок.10× об.40×
		
	Октябрь – 504 <sup>1</sup> /4850 <sup>2</sup>	
При содержании в прямиоточных бассейнах с суммой тепла с нарастающим итогом от 4850 по 5506 градусо-дней в течение трех месяцев (октябрь, ноябрь, декабрь) в цистах и в выводном протоке находятся преимущественно зрелые сперматозоиды (IV стадия зрелости).		
	Ноябрь – 380 <sup>1</sup> /5230 <sup>2</sup>	
		
	Декабрь – 276 <sup>1</sup> / 5506 <sup>2</sup>	
		

Примечания: <sup>1</sup> – сумма тепла за месяц, градусо-дней; <sup>2</sup> – сумма тепла с нарастающим итогом, градусо-дней; <sup>3</sup> – часть самцов не реагирует на гормональную стимуляцию созревания; 1 – зрелые сперматозоиды в цистах; 2 – фолликулярная оболочка цист; 3 – сперматозоиды в выводном протоке; 4 – резорбция сперматозоидов в цистах; 5 – опустевшие цисты от сперматозоидов; 6 – резорбция сперматозоидов в выводном протоке; 7 – размножение сперматогоний; 8 – сперматоциты I порядка; 9 – сперматоциты II порядка; 10 – сперматиды; 11 – тотальная резорбция.

Характеристика сперматогенеза сибирского осетра и развитие половых клеток в течение годового полового цикла с ежемесячными показателями суммы тепла за месяц и суммы тепла с нарастающим итогом в 3852 градусо-днях в условиях цеха длительного выдерживания (искусственной зимовки УЗВ) представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Гистологическая характеристика тканей гонад самцов сибирского осетра при длительном выдерживании в условиях низких температур (УЗВ) на протяжении 210 суток с последующим переводом в прямоточный бассейн с содержанием в течении 155 суток

Описание развития половых клеток в течение годового полового цикла	Гистологическая картина сперматогенеза	
	ув. ок.10× об.10×	ув., ок.10× об.40×
Начальное состояние семенников характеризуется IV стадией зрелости: в фрагментах гонад присутствует волна сперматогенеза, в цистах преимущественно находятся зрелые сперматозоиды.		
При содержании производителей в условиях искусственной зимовки процесс развития половых клеток замедляется, наблюдается IV стадия зрелости.	Январь – 155 Февраль – 140*/295** Март -155*/450** Апрель – 150*/600**	
С мая по июль в цистах и в выводном протоке преимущественно находятся зрелые сперматозоиды с ежемесячным увеличением резорбционных процессов. Для семенников характерна IV стадии зрелости.	Май – 155*/755**	
		
	Июнь – 150*/905**	
		

Описание развития половых клеток в течение годовичного полового цикла	Гистологическая картина сперматогенеза	
	ув. ок.10× об.10×	ув., ок.10× об.40×
	Июль – 606*/1511**	
		
	Август – 685*/2196**	
		
В августе и в сентябре, в течение 1,5 месяцев, заканчивается посленерестовый период нынешнего полового цикла. В цистах завершается остаточная резорбция перезревших сперматозоидов, с преобладанием в сентябре в выводном протоке тотальной резорбции цист с перезревшими сперматозоидами (VI стадия).	Сентябрь – 496*/2692**	
		
	Октябрь – 504*/3196**	
Начало следующего полового цикла начинается в октябре с размножения сперматогоний, новой генерации половых клеток. Семенники в это время находятся на II-III стадии зрелости.		
	Ноябрь – 380*/3576**	
В ноябре осуществляется волна сперматогенеза, включающая два деления мейоза с последующим формированием сперматозоидов, семенники переходят в III, IV стадии зрелости.		



Декабрь – 276*/3852**	
<p>В декабре в цистах и в выводном протоке преимущественно находятся зрелые сперматозоиды (IV стадия зрелости).</p>	
<p>Примечания: * – сумма тепла за месяц, градусо-дней;  ** – сумма тепла с нарастающим итогом, градусо-дней;  1 – зрелые сперматозоиды в цистах; 2 – фолликулярная оболочка цист; 3 – сперматозоиды в выводном протоке; 4 – резорбция сперматозоидов в цистах; 5 – опустевшие цисты от сперматозоидов; 6 – резорбция сперматозоидов в выводном протоке; 7 – размножение сперматогоний; 8 – сперматоциты I порядка; 9 – сперматоциты II порядка; 10 – сперматиды</p>	

### 1.3. Технологические аспекты, влияющие на продуктивность самцов сибирского осетра

На основании обобщения результатов многолетних исследований представлены основные рыбоводно-биологические характеристики самцов сибирского осетра, выращенных «от икры до икры» в условиях промышленных хозяйств (прямоточного бассейнового цеха (ПБЦ) и цеха длительного выдерживания (ЦДВ)) и участвующих в процессе воспроизводства. Для более удобного восприятия материала основные технологические параметры представлены в виде таблицы, в которой нашли свое отражение вопросы, которые наиболее часто возникают у рыбоводов при работе с самцами осетровых рыб, выращиваемых в условиях промышленных хозяйств (таблица 3).

Таблица 3 – Технологические параметры и рыбоводно-биологические нормативы по управлению репродуктивными свойствами самцов сибирского осетра

Биологические показатели	Ед. измерения	Значение	
		ПБЦ	ЦДВ
Первое созревание самцов при средней годовой сумме тепла 5500 градусо-дней	сутки/общая сумма тепла	1460/22000	
Средний процент созревания самцов от стада при сумме тепла не менее 5500 градусо-дней:	%	80	
– первое		100	
– второе			
Масса созревания самцов	кг	4,0	
– начальная		5,1	
– средняя			
Средний ежегодный прирост массы тела	%	30 и более	
– прямоточные бассейны (сумма тепла 4300-5500 градусо-дней)		18 и более	
– после длительной зимовки (сумма тепла			

2340-3100 градусо-дней)			
Потеря массы за период длительного выдерживания	сут. / %		150/8 180/9 200/10
Норма кормления производителей в преднерестовый период, от массы тела	%	0,1-0,2	
Впервые созревающие самцы могут сохранять половые продукты хорошего качества	сутки градусо-дни	120 1200	200 1000
Содержание в условиях низких температур (4-6°C) позволяет продлить процесс сперматогенеза	сутки		80
В условиях прямоточного бассейнового предприятия ежегодное повторное созревание может составлять, независимо от возраста	%	100	
Продолжительность «зимовки» при средней температуре 5,5°C, после которой самцы могут продуцировать половые продукты хорошего качества	сутки градусо-дни		210 1155
Продолжительность выдерживания при средней температуре 10,0°C, после которой самцы продуцируют половые продукты хорошего качества	сутки градусо-дни	120 1200	
При прохождении стадии резорбции		масса тела не снижается	
С начала роста сперматогоний, в связи с изменением генеративного обмена		увеличение массы тела замедляется	
Сумма тепла, необходимая для межнерестового созревания самцов при средней температуре воды 19,0°C	сутки градусо-дни	210 4000	
Минимальная сумма тепла, необходимая для повторного получения эякулята от самцов после длительной искусственной зимовки (5-7 месяцев) при средней температуры воды 17,5°C	сутки градусо-дни		120 2100
У самцов, находящихся в условиях низких температур (4-6°C), сперматогенез проходит		синхронно, наблюдается волна сперматогенеза с одновременным присутствием IV, IV-V, IV-VI стадий зрелости.	
Нарушение гидрологического и гидрохимического режимов, стрессовые ситуации		может вызвать нарушение сперматогенеза и задержку получения эякулята	
Продолжительность прохождения половых циклов в зависимости от температуры воды		Процесс развития сперматогоний протекает интенсивнее при более высокой температуре (до 26°C)	

Колебания температуры воды на 1,5-2,0°C в сутки		Не сказывается отрицательно на формирование новой порции эякулята	
Преднерестовое выдерживание самцов с выводом на нерестовый режим при средней температуре 14,0°C	сутки градусо-дни	7 98	
Преднерестовое выдерживание самцов с выводом на нерестовый режим при средней температуре 13,0°C	сутки градусо-дни		12 156
Гормональная стимуляция созревания самцов: гипофиз карповых рыб	мг/кг	2,5-3,0	
Первое получение половых продуктов при температуре 14,0°C	час	20-25	
Средний суточный объем эякулята	мл	246,0 (53,0-399,0)	193,0 (65,0-302,0)
Средний объем эякулята – 1 порция  – 2 порция*	мл	75,0 (17,0-140,0) 40,0 (14,0-86,0)	56,0 (28,0-85,0) 30,0 (9,0-60,0)
Относительная плодовитость – средняя – максимальная – минимальная	мл/кг	38,0 69,0 11,0	36,0 63,0 13,0
Средняя концентрация спермы – средняя – максимальная – минимальная	млрд. шт./см <sup>3</sup>	0,52 1,09 0,10	0,50 1,28 0,10
Среднее время движения сперматозоидов	с	140 (61-198)	127 (65-182)
Качество спермы	баллы	4,2 (2,8-5,0)	3,6 (2,2-4,8)
Взаимосвязь массы самцов и ее влияние на общее качество эякулята: – средней массой до 8 кг – средней массой более 8 кг			выше ниже
Концентрация сперматозоидов второй порции эякулята более высокая, чем в первой	%	93	67
Возможность получения эякулята через 24 часа после получения первой порции	%	80,0	68,0
Средний объем эякулята 4-ой порции	мл	83,0 (40,0-150,0)	68,0 (33,0-100,0)
Концентрация сперматозоидов	млрд/см <sup>3</sup>	0,23 (0,01-0,67)	0,20 (0,04-0,74)
Поступательная подвижность сперматозоидов	сек.	120 (60-242)	115 (61-184)
Примечание: *- отбор проб осуществлялся через 2 часа после первой порции эякулята			

## 2. Стерлядь (*Acipenser ruthenus Linnaeus, 1758*) волжской популяции

Стерлядь в аквакультуре России известна давно. Еще в 16 веке монахи Соловецкого монастыря осуществляли работу по ее интродукции. В настоящее время она занимает достойное место в аквакультуре и является одним из основных объектов товарного осетроводства. Обладает высокой пластичностью к условиям содержания, коротким циклом созревания. Весь цикл выращивания от личинки до производителя в условиях тепловодного хозяйства со средней суммой тепла 5600 градусо-дней у самцов занимает 2,5-3 года или 15000 градусо-дней.

### 2.1. Формирование воспроизводительной системы самцов

Знание особенностей процесса развития воспроизводительной системы и протекания процесса сперматогенеза у самцов стерляди позволяет совершенствовать технологические приемы управления процессами сперматогенеза в условиях индустриальных хозяйств, обеспечивая получение половых продуктов высокого рыбоводного качества в нужные для предприятия сроки.

На рисунках 23-26 представлены фотографии гонад стерляди и гистологическая картина тканей гонад на I стадии зрелости в возрасте 210 суток.

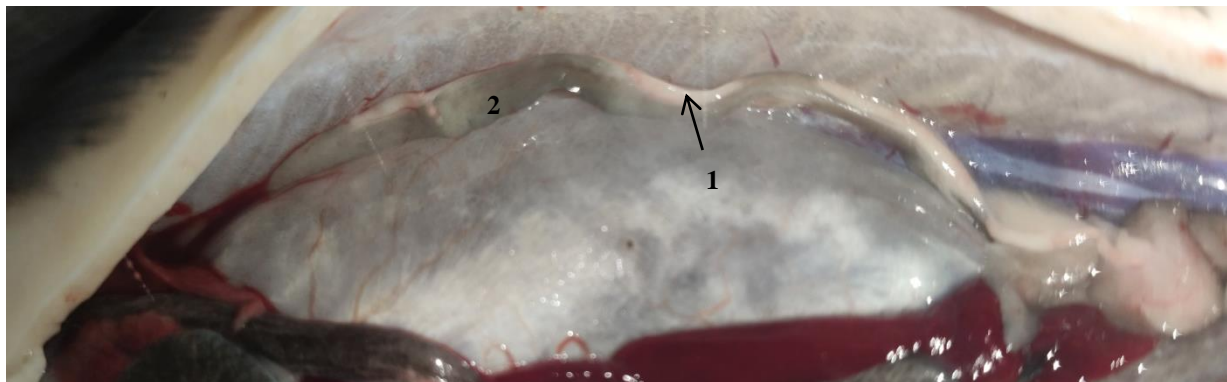


Рисунок 23 – Внешний вид левой гонады самца стерляди в возрасте 210 суток, сумма тепла 3360 градусо-дней (I стадия зрелости), масса 0,15 кг, длина 30 см: 1 – генеративная ткань; 2 – жировая ткань

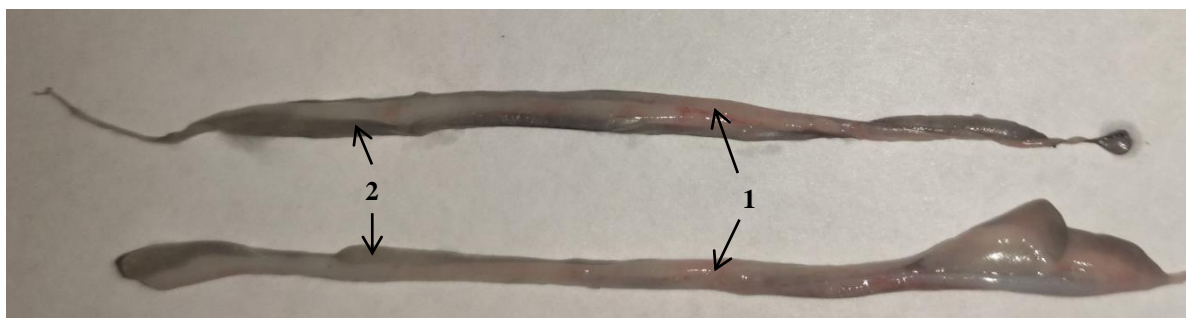


Рисунок 24 – Семенники самца стерляди в возрасте 210 суток (I стадия зрелости) общей массой 0,35 г, коэффициент зрелости – 0,23%: 1 – генеративная ткань;

2 – жировая ткань

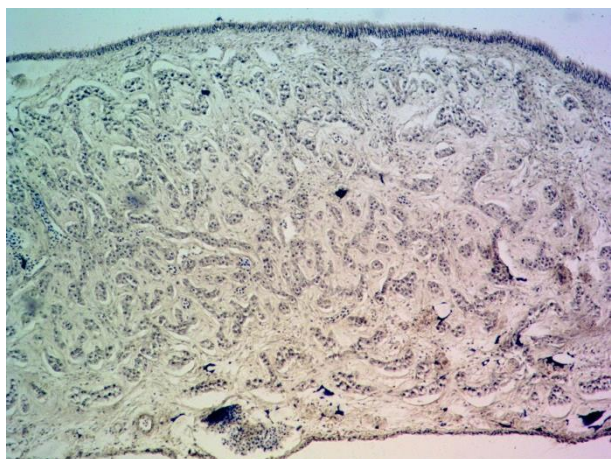


Рисунок 25 – Общий вид семенника I стадии зрелости. Ув. ок.10× об.10×

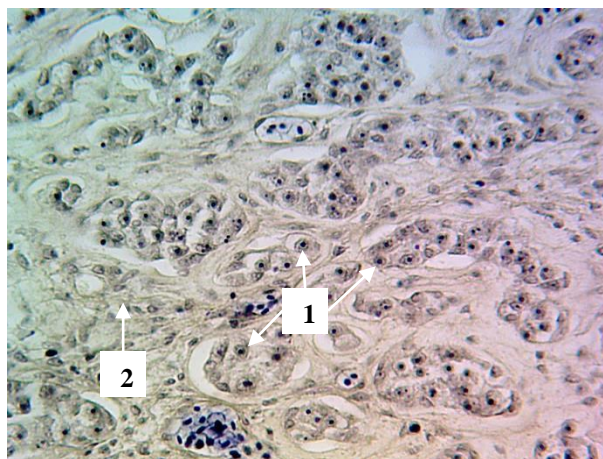


Рисунок 26 – Фрагмент гонады на I стадии зрелости: 1) вторичные сперматогонии; 2) соединительнотканые клетки гонады. Ув. ок.10× об.40×

На рисунках 27-28 представлен внешний вид гонады самца стерляди при полученной сумме тепла 13739 градусо-дней. Генеративная ткань гонады, гистологический срез которой представлен на рисунках 29-30, располагается на прослойке жировой ткани.

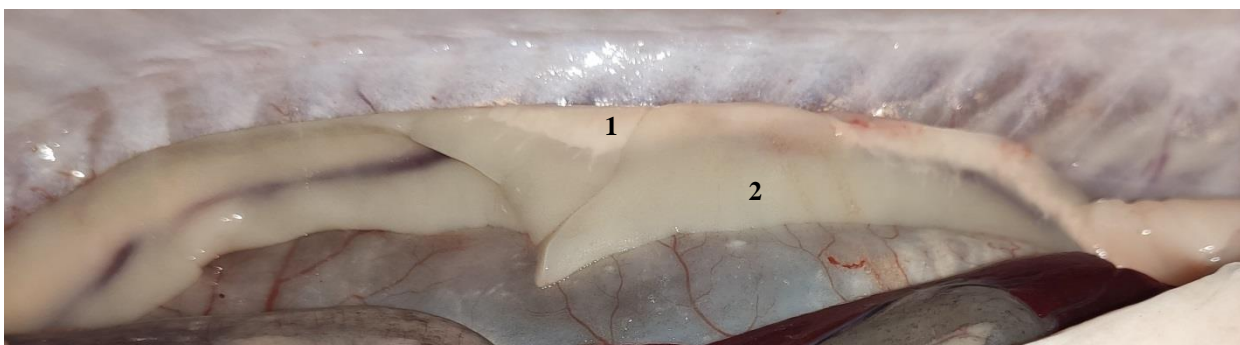


Рисунок 27 – Внешний вид левой гонады самца стерляди в возрасте 898 суток, сумма тепла 13739 градусо-дней (II стадия зрелости), масса 0,96 кг, длина 56 см: 1 – генеративная ткань; 2 – жировая ткань

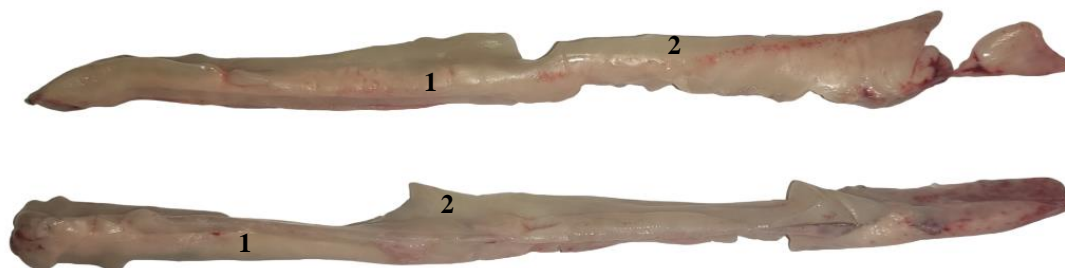


Рисунок 28 – Семенники самца стерляди в возрасте 898 суток (II стадия зрелости) общей массой 15,8 г, коэффициент зрелости – 1,64%: 1 – генеративная ткань; 2 – жировая ткань

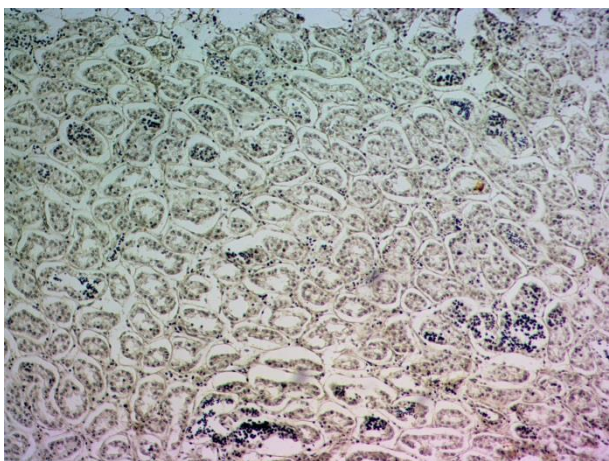


Рисунок 29 – Общий вид семенника II стадии зрелости. Ув. ок.10× об.10×

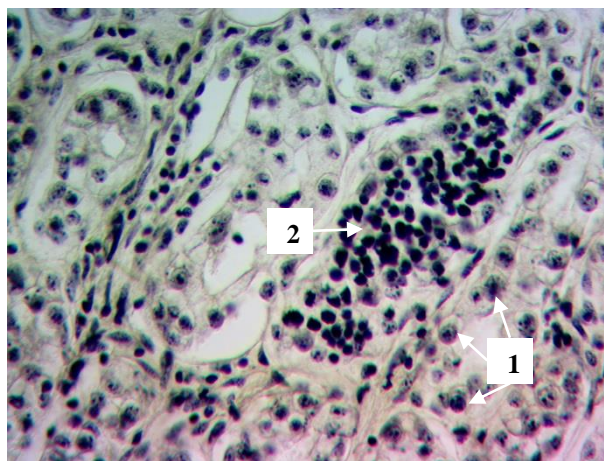


Рисунок 30 – Фрагмент семенника со сформированными цистами на II стадии зрелости: 1) цисты с вторичными сперматогониями; 2) митотические деления сперматогоний. Ув. ок.10× об.40×

На рисунке 31 представлен внешний вид гонады на III стадии зрелости. На прослойке жировой ткани хорошо выделяется генеративная ткань гонады (рисунки 31, 32). На гистологическом срезе отмечаются сперматоциты I-II порядка; сперматиды; сперматозоиды в цистах (рисунки 33, 34).



Рисунок 31 – Внешний вид левой гонады самца стерляди в возрасте 898 суток, сумма тепла 13739 градусо-дней (III стадия зрелости), масса 1,06 кг, длина 56 см: 1 – генеративная ткань; 2 – жировая ткань



Рисунок 32 – Семенники самца стерляди в возрасте 898 суток (III стадия зрелости) общей массой 26,4 г, коэффициент зрелости – 2,50%: 1 – генеративная ткань; 2 – жировая ткань

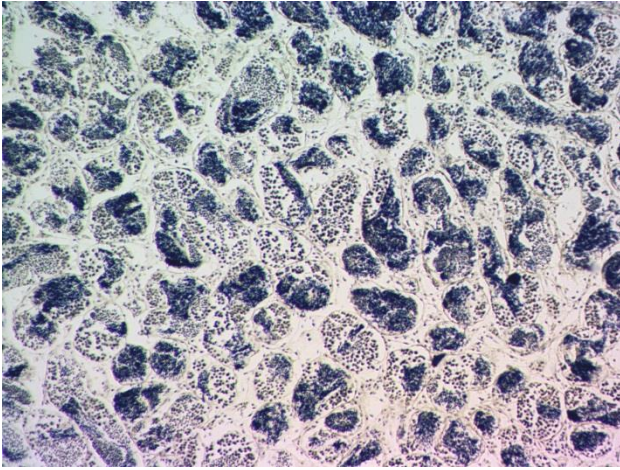


Рисунок 33 – Общий вид семенника III стадии зрелости. Ув. ок.10× об.10×

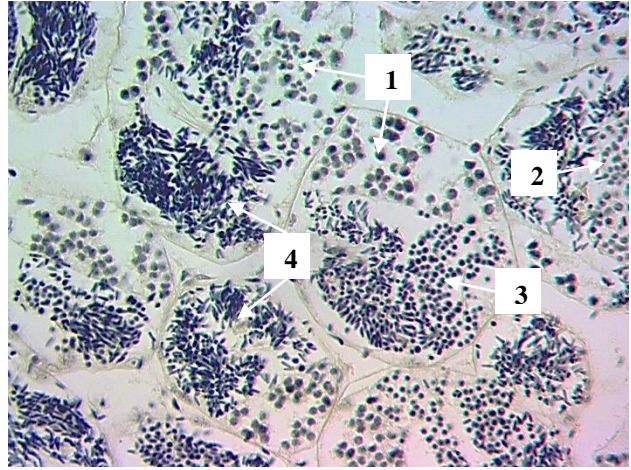


Рисунок 34 – Фрагмент семенника на III стадии зрелости (волна сперматогенеза):  
1) сперматоциты I порядка;  
2) сперматоциты II порядка; 3) сперматиды;  
4) сперматозоиды. Ув. ок.10× об.40×

При половом созревании у самцов (IV стадия зрелости), главным образом на голове, проявляется брачный наряд, в виде жемчужной сыпи (рисунки 35 А, Б).



Рисунок 35 – Зрелые самцы стерляди в возрасте 4-х лет (1460 суток), сумма тепла 22338 градусо-дней: А - слабо выраженный брачный наряд (масса 1,2 кг) и Б – ярко выраженный брачный наряд (масса 1,4 кг) при общей длине тела 63,0 и 64,0 см соответственно

Внешний вид генеративной ткани гонад отличается от жировой ткани более интенсивным белым цветом, плотной структурой (рисунки 36, 37). На

гистологическом срезе видно, что цисты наполнены зрелыми сперматозоидами (рисунки 38, 39).

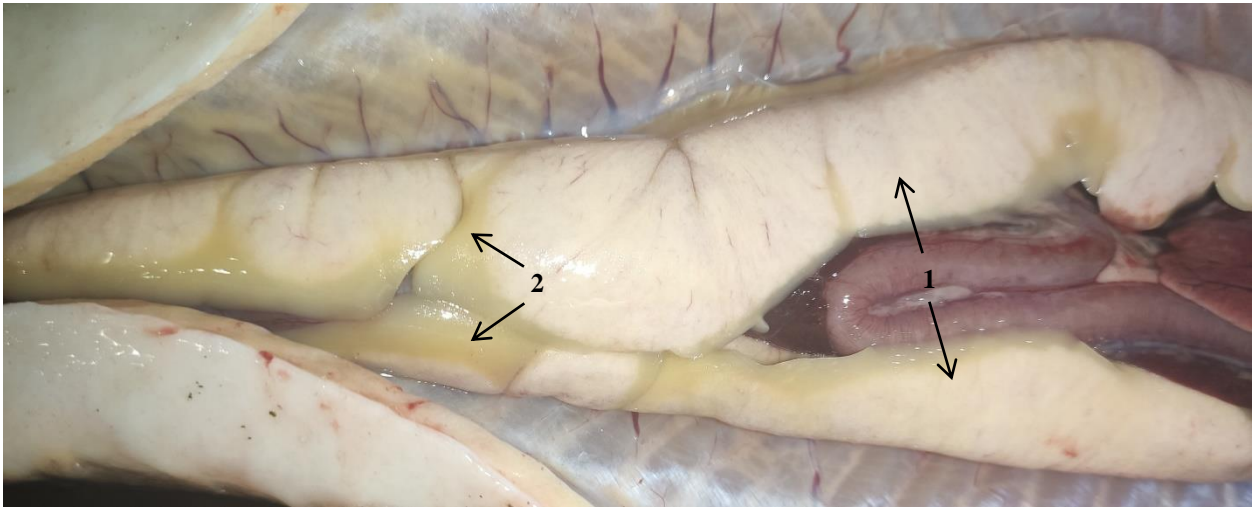


Рисунок 36 – Внешний вид левой гонады зрелого самца стерляди в возрасте 1460 суток, сумма тепла 22338 градусо-дней, масса 1,30 кг, длина 57 см: 1 – генеративная ткань; 2 – жировая ткань



Рисунок 37 – Семенники самца стерляди в возрасте 1460 суток (IV стадия зрелости) общей массой 61,5 г, коэффициент зрелости – 4,73%: 1 – генеративная ткань; 2 – жировая ткань

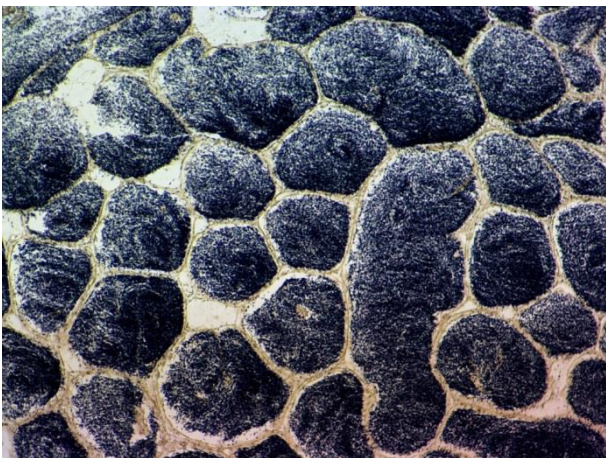


Рисунок 38 – Общий вид семенника IV стадии зрелости со зрелыми цистами. Ув. ок.10× об.10×

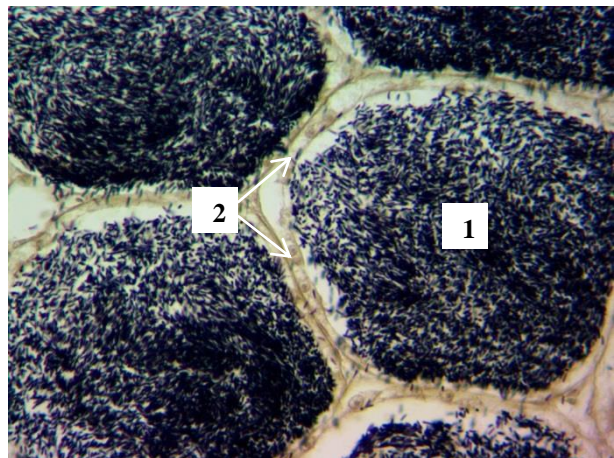


Рисунок 39 – Фрагмент семенника IV стадии зрелости: 1) циста со зрелыми сперматозоидами; 2) фолликулярный эпителий. Ув. ок.10× об.40×



После получения эякулята у внешнего вида гонад самцов наблюдаются небольшие кровоизлияния (рисунки 40, 41), они приобретают «дряблый» вид. На гистологических срезах наблюдаются опустевшие цисты и цисты с остатками сперматозоидов (рисунки 42, 43).



Рисунок 40 – Внешний вид левой гонады зрелого самца стерляди в возрасте 1460 суток после третьего сцеживания эякулята (сутки от первой порции), сумма тепла 22338 градусо-дней, масса 1,30 кг, длина 60 см: 1 – генеративная ткань



Рисунок 41 – Семенники самца стерляди в возрасте 1460 суток после третьего сцеживания эякулята (сутки от первой порции) общей массой 55,0 г, коэффициент зрелости – 4,23%:  
1 – генеративная ткань

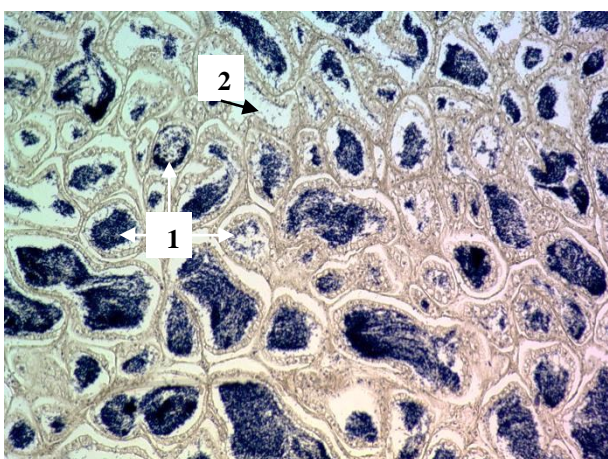


Рисунок 42 – Фрагмент семенника V-VI стадий зрелости: 1) цисты с остатками сперматозоидов; 2) опустевшая циста.  
Ув. ок.10× об.10×

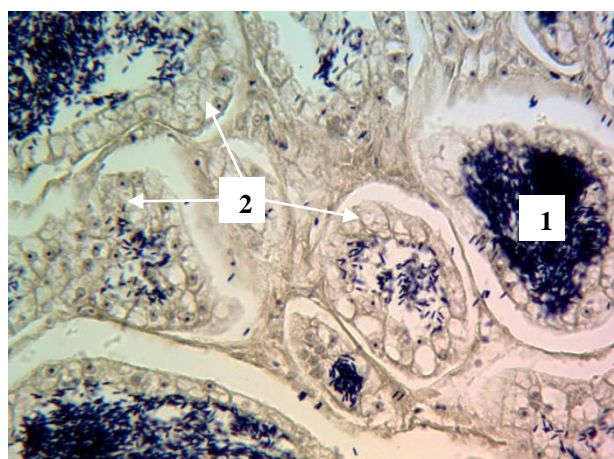
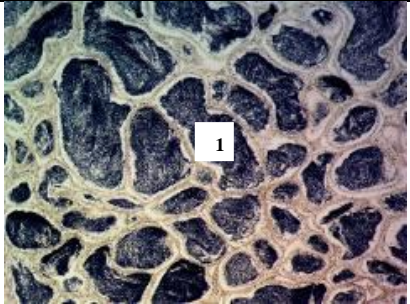


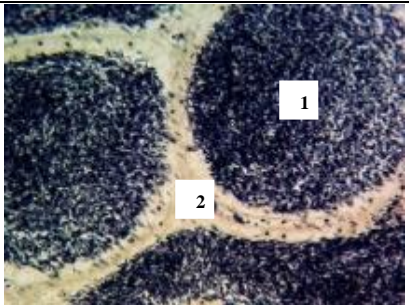
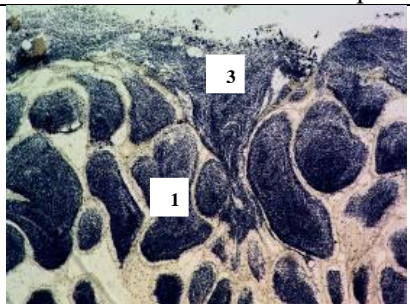
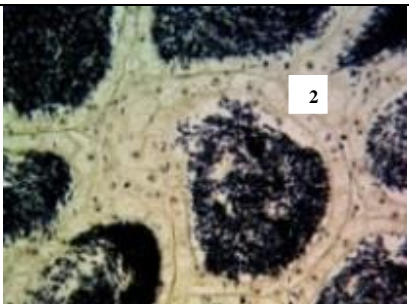


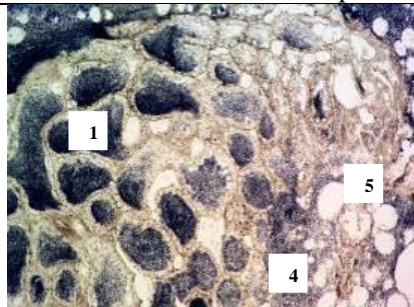
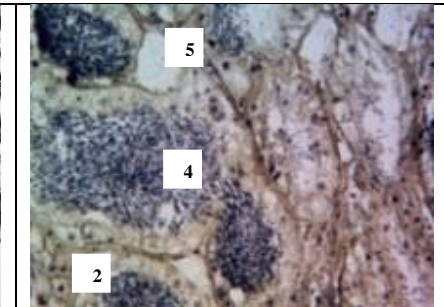
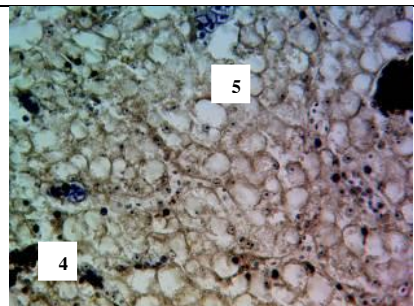
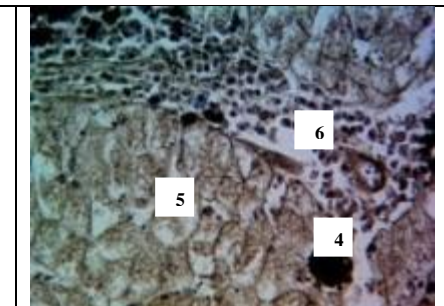
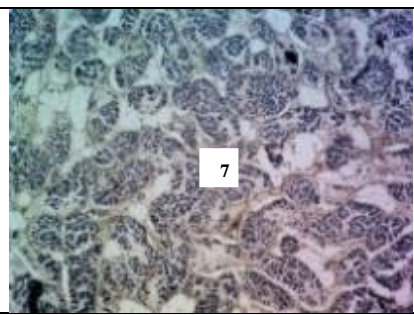
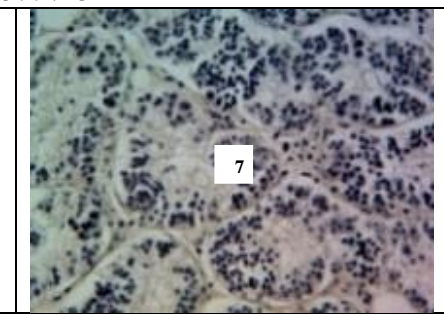
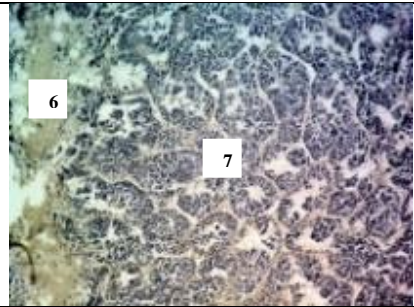
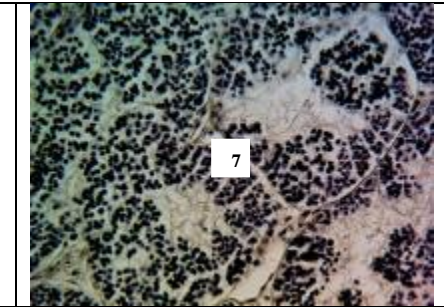
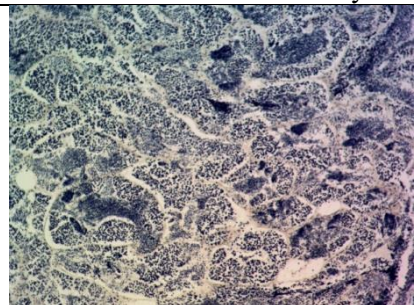
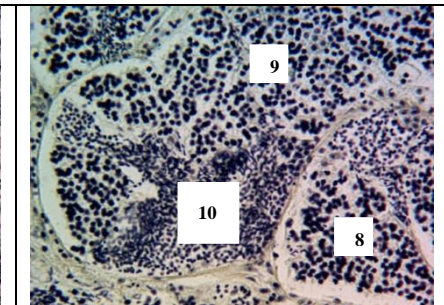
Рисунок 43 – Фрагмент семенника VI стадии зрелости: 1) циста с остатками резорбирующихся сперматозоидов; 2) стенки оболочек цист, осуществляющие резорбцию. Ув. ок.10× об.40×

## 2.2. Гистологическая картина прохождения процесса сперматогенеза у самцов стерляди в условиях индустриальных хозяйств различного типа

Характеристика сперматогенеза и развития половых клеток в течение годового полового цикла с месячными показателями суммы тепла и ее нарастающим итогом при содержании в проточных бассейнах отдела «Конаковский» на протяжении одного года представлена в таблицах 4 и 5.

Таблица 4 – Характеристика сперматогенеза стерляди при содержании в проточном бассейне отдела «Конаковский» на протяжении 365 суток

Описание развития половых клеток в течение годового полового цикла	Гистологическая картина сперматогенеза	
	ув., ок.10× об.10×	ув., ок.10× об.40×
С января по март интенсивно протекает волна сперматогенеза с преобладанием цист со зрелыми сперматозоидами. Одновременно присутствует небольшое количество опустевших и с резорбирующимися сперматозоидами цист, что является нормой асинхронного развития половых клеток (IV стадия зрелости).	Январь – 283 <sup>1</sup>	
		
	Февраль – 239 <sup>1</sup> /522 <sup>2</sup>	
		
	Март – 328 <sup>1</sup> /850 <sup>2</sup>	
		

<p>В апреле наблюдается равноценное присутствие в разных цистах зрелых и резорбирующихся сперматозоидов (IV стадия зрелости).  В мае увеличивается количество цист с резорбирующимися сперматозоидами а также наблюдается наличие опустевших цист (IV-VI<sup>3</sup> стадии зрелости).</p>	Апрель – 438 <sup>1</sup> /1288 <sup>2</sup>	
		
<p>В июне, июле наблюдается начало нового полового цикла с остаточными процессами резорбции, семенники находятся на II-VI стадии зрелости. На этом этапе у самцов зарождается следующая генерация половых клеток. На фоне следов резорбции – остатков сперматозоидов, в цистах происходит интенсивное размножение сперматогоний, которые в последующем будут преобразовываться в сперматоциты I порядка.</p>	Май – 477 <sup>1</sup> /1765 <sup>2</sup>	
		
	Июнь – 577 <sup>1</sup> /2342 <sup>2</sup>	
<p>В августе – начало новой волны сперматогенеза. Два деления мейоза с формированием сперматоцитов I порядка, сперматоцитов II порядка и сперматид.</p>		
	Июль – 651 <sup>1</sup> /2993 <sup>2</sup>	
		
<p>В августе – начало новой волны сперматогенеза. Два деления мейоза с формированием сперматоцитов I порядка, сперматоцитов II порядка и сперматид.</p>	Август – 624 <sup>1</sup> /3617 <sup>2</sup>	
		

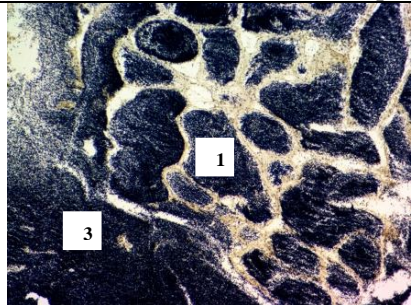
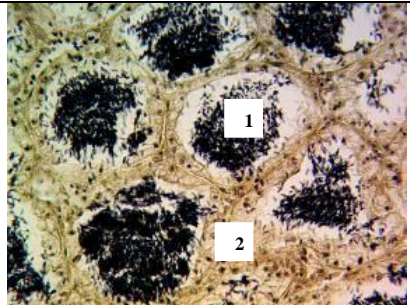

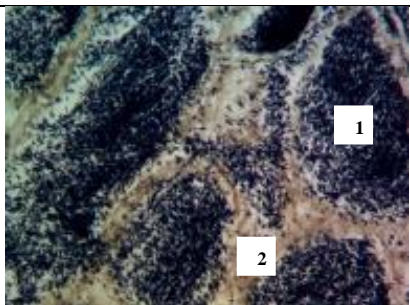
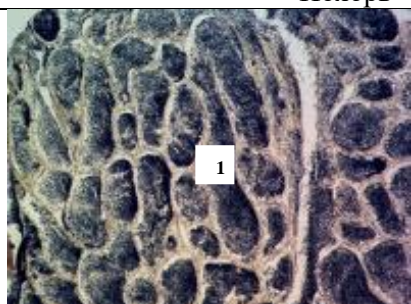

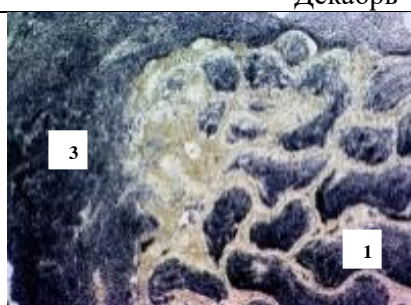
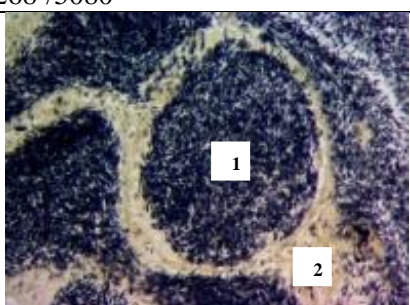
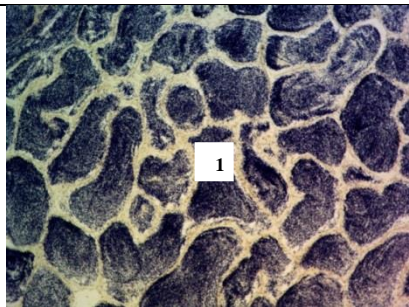
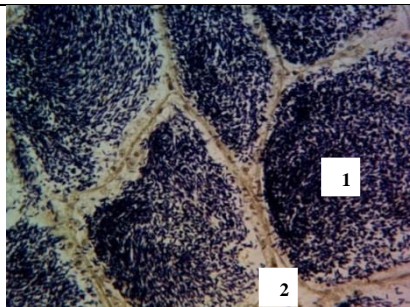
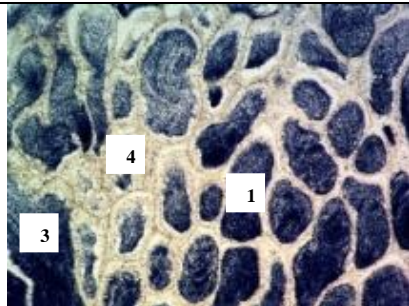
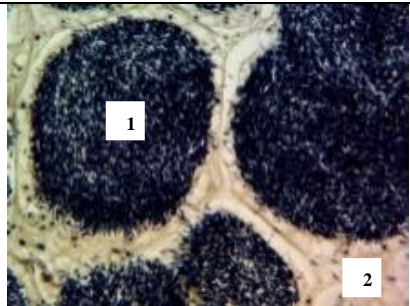
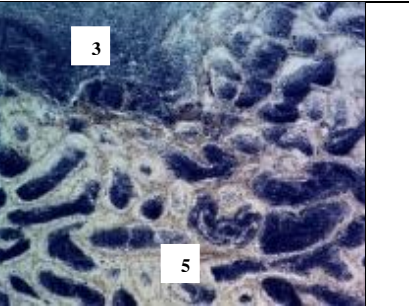
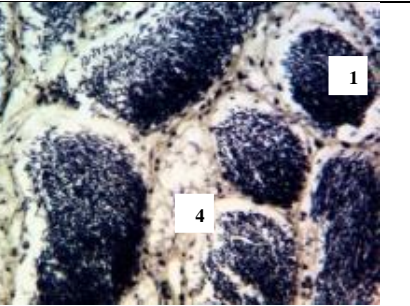
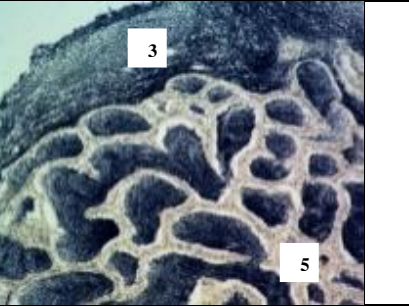
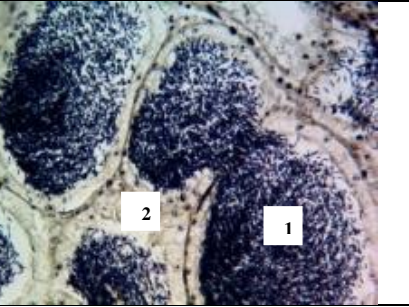
<p>При содержании в прямиоточных бассейнах с суммой тепла с нарастающим итогом от 4086 по 5080 градусо-дней в течение четырех месяцев (сентябрь, октябрь, ноябрь, декабрь) в цистах и в выводном протоке находятся преимущественно зрелые сперматозоиды (IV стадия зрелости).</p>	Сентябрь – 469 <sup>1</sup> /4086 <sup>2</sup>	
		
	Октябрь – 416 <sup>1</sup> /4502 <sup>2</sup>	
		
	Ноябрь – 310 <sup>1</sup> /4812 <sup>2</sup>	
		
	Декабрь – 268 <sup>1</sup> /5080 <sup>2</sup>	
		
<p>Примечания: <sup>1</sup> – сумма тепла за месяц, градусо-дней;  <sup>2</sup> – сумма тепла с нарастающим итогом, градусо-дней;  <sup>3</sup> – часть самцов не реагирует на гормональную стимуляцию созревания.</p> <p>1 – зрелые сперматозоиды в цистах; 2 – фолликулярная оболочка цист; 3 – сперматозоиды в выводном протоке; 4 – резорбция сперматозоидов в цистах; 5 – опустевшие цисты от сперматозоидов; 6 – резорбция сперматозоидов в выводном протоке; 7 – размножение сперматогоний; 8 – сперматоциты I порядка; 9 – сперматоциты II порядка; 10 – сперматиды.</p>		

Таблица 5 – Характеристика сперматогенеза стерляди при длительном выдерживании в условиях низких температур (УЗВ) на протяжении 210 суток с последующим переводом в прямоточный бассейн с содержанием в течении 155 суток

Описание развития половых клеток в течение годового полового цикла	Гистологическая картина сперматогенеза	
	ув. ок.10× об.10×	ув. ок.10× об.40×
Начальное состояние семенников характеризуется IV стадией зрелости: в фрагментах гонад присутствует волна сперматогенеза, в цистах преимущественно находятся зрелые сперматозоиды.		
При содержании производителей в условиях искусственной зимовки процесс развития половых клеток замедляется, наблюдается IV стадия зрелости.	Январь – 155 <sup>1</sup> Февраль – 145 <sup>1</sup> /300 <sup>2</sup> Март – 155 <sup>1</sup> /455 <sup>2</sup> Апрель – 150 <sup>1</sup> /605 <sup>2</sup>	
С мая по июль в цистах и в выводном протоке преимущественно находятся зрелые сперматозоиды с ежемесячным увеличением резорбционных процессов. Для семенников характерна IV стадии зрелости. После получения эякулята производители переводятся в прямоточный бассейновый цех.	Май – 155 <sup>1</sup> /760 <sup>2</sup>	
		
	Июнь – 150 <sup>1</sup> /910 <sup>2</sup>	
		
Июль – 289 <sup>1</sup> /1199 <sup>2</sup>		
		

<p>В августе и сентябре, в течении 1,5 месяцев, заканчивается посленерестовый период полового цикла. В цистах и выводном протоке завершается остаточная резорбция перезревших сперматозоидов.</p> <p>Начало следующего полового цикла у самцов стерляди параллельно с остаточными процессами резорбции начинается в сентябре и октябре.</p> <p>Семенники в это время переходят во II-VI стадии зрелости. Именно на этом этапе зарождается генерация половых клеток следующего полового цикла – начало размножения сперматогоний.</p>	Август – 624 <sup>1</sup> /1823 <sup>2</sup>	
		
	Сентябрь – 469 <sup>1</sup> /2292 <sup>2</sup>	
		
Октябрь – 416 <sup>1</sup> /2708 <sup>2</sup>		
		
<p>В ноябре осуществляется волна сперматогенеза, включающая два деления мейоза с последующим формированием сперматозоидов, семенники переходят в III, IV стадии зрелости.</p>	Ноябрь – 310 <sup>1</sup> /3018 <sup>2</sup>	
		
<p>При содержании в прямиоточных бассейнах с суммой тепла с нарастающим итогом до 3286 градусо-дней в декабре в цистах и в выводном протоке преимущественно находятся зрелые сперматозоиды (IV стадия зрелости).</p>	Декабрь – 268 <sup>1</sup> /3286 <sup>2</sup>	
		
<p>Примечания: <sup>1</sup> – сумма тепла за месяц, градусо-дней; <sup>2</sup> – сумма тепла с нарастающим итогом, градусо-дней.  1 – зрелые сперматозоиды в цистах; 2 – фолликулярная оболочка цист; 3 – сперматозоиды в выводном протоке; 4 – резорбция сперматозоидов в цистах; 5 – опустевшие цисты от сперматозоидов; 6 – резорбция сперматозоидов в выводном протоке; 7 – размножение сперматогоний; 8 – сперматоциты I порядка; 9 – сперматоциты II порядка; 10 – сперматиды.</p>		

### 2.3. Технологические аспекты, влияющие на продуктивность самцов стерляди

Результаты многолетних исследований по определению технологических параметров и рыбоводно-биологических нормативов по получению эякулята от самцов стерляди в условиях индустриальных хозяйств представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Технологические параметры и рыбоводно-биологические нормативы по управлению репродуктивными свойствами самцов стерляди

Биологические показатели	Ед. изм.	Значение	
		ПБЦ	ЦДВ
Первое созревание самцов при средней годовой сумме тепла 5500 градусо-дней, сутки / сумма тепла		1000/15000	
Созревание самцов от стада при сумме тепла не менее 5500 градусо-дней: – первое – второе	%	80 100	
Масса созревания самцов – начальная – средняя	кг	0,4 1,1 (0,8-1,2)	
Средний ежегодный прирост массы тела – прямочные бассейны – после длительной зимовки	%	20 и более 18 и более	
Потеря массы за период длительного выдерживания	сут./%		150/8 180/9 200/10
Норма кормления производителей в преднерестовый период	%	0,1-0,2	
Впервые созревающие самцы могут сохранять половые продукты хорошего качества	сутки градусо-дни	120 До 1300	200 До 1000
Содержание в условиях низких температур (4-6°C) позволяет продлить процесс сперматогенеза	сутки		80
В условиях прямочного бассейнового предприятия ежегодное повторное созревание может составлять независимо от возраста	%	100	
Продолжительность «зимовки» при средней температуре 5,5°C, после которой самцы могут продуцировать половые продукты хорошего качества	сутки градусо-дни		210 1155
Продолжительность выдерживания при средней температуре 10°C после которой самцы продуцируют половые продукты хорошего качества	сутки градусо-дни	120 1200	
При прохождении стадии резорбции		масса тела не снижается	
С начала роста сперматогоний, в связи с изменением генеративного обмена		замедляется увеличение массы тела	

Сумма тепла, необходимая для межнерестового созревания самцов при средней температуре воды 19,0°C	сутки градусо-дни	210 4000	
Минимальная сумма тепла, необходимая для повторного получения эякулята от самцов после длительной искусственной зимовки (5-7 месяцев) при средней температуры воды 17,5°C	сутки градусо-дни		120 2100
У самцов, находящихся в условиях низких температур (4-6°C), сперматогенез проходит		синхронно, наблюдается волна сперматогенеза с одновременным присутствием IV, IV-V, IV-VI стадий зрелости.	
Нарушение гидрологического и гидрохимического режимов, стрессовые ситуации		может вызвать нарушение сперматогенеза и задержку получения эякулята	
Продолжительность прохождения половых циклов может меняться в зависимости от температуры воды		процесс развития сперматогоний протекает интенсивнее при более высокой температуре (до 26°C)	
Колебания температуры воды на 1,5-2,0°C в сутки		не сказывается отрицательно на формирование новой порции эякулята	
Преднерестовое выдерживание самцов с выводом на нерестовый режим при средней температуре 14,0°C	сутки градусо-дни	7 98	
Преднерестовое выдерживание самцов с выводом на нерестовый режим при средней температуре 13,0°C	сутки градусо-дни		12 156
Гормональная стимуляция созревания самцов: гипофиз карповых рыб	мг/кг	4,0-5,0	
Первое получение половых продуктов при температуре 14,0°C	час	20-25	
Средний суточный объем эякулята колебания	мл	87,0 (33,0-203,0)	76,0 (34,0-153,0)
Средний объем эякулята: – 1 порция – колебания	мл	31,0 (8,0-100,0)	32,0 (3,0-63,0)
– 2 порция* – колебания	мл	16,0 (3,0-44,0)	15,0 (5,0-48,0)
Относительная плодовитость – минимальная: – максимальная: – средняя:	мл/кг	11,0 72,0 43,0	27,0 85,0 43,0
Концентрация спермы: – максимальная – минимальная – средняя	млрд шт./см <sup>3</sup>	2,40 0,12 0,98	2,38 0,35 1,28



Среднее время движения сперматозоидов	с	153 (52-247)	119 (60-210)
Качество спермы	баллы	4,5 (2,7-5,0)	4,0 (2,7-5,0)
Взаимосвязь массы самцов и ее влияние на общее качество эякулята: – средней массой до 2,3 кг		выше по относительной плодовитости	
– средней массой более 2,3 кг		выше по общему количеству эякулята и концентрации сперматозоидов	
Концентрация сперматозоидов второй порции эякулята более высокая, чем в первой	%	161	41,7
Через 24 часа после получения первой порции эякулята от самцов после зимовки: процент работы:	%	82,0	90,0
Средний объем 4-ой порции эякулята, полученный через 24 часа	мл	19,0 (3,0-47,0)	16,0 (3,0-38,0)
Концентрация сперматозоидов	млрд/см <sup>3</sup>	0,58 (0,03-1,52)	0,61 (0,01-2,0)
Поступательная подвижность сперматозоидов	с	147 (40-240)	117 (69-183)
Примечание: * отбор проб осуществлялся через 2 часа после первой порции эякулята			

### 3. Управление репродуктивными свойствами самцов сибирского осетра и стерляди в условиях промышленных хозяйств

При работе с самцами сибирского осетра и стерляди в условиях промышленного хозяйства большое значение приобретает возможность создания условий для изменения скорости протекания процесса сперматогенеза за счет регулирования температуры воды. Комбинирование, условий содержания рыбы в «теплой» и «холодной» воде позволяет замедлять или ускорять процесс сперматогенеза, чему способствует учет суммы тепла, полученной рыбой за определенный период времени (декада, месяц, год). При этом большое значение приобретает определение сроков начального созревания (IV стадии зрелости). У впервые созревающих самцов используют несколько методов определения (или их сочетания) IV стадии зрелости: наличие «брачного наряда», биопсийные пробы тканей гонады, ультразвуковая диагностика, контрольная гормональная стимуляция созревания. При определении «точки» созревания самцов проводится фиксация средней температуры воды в рыбоводных емкостях, где содержатся производители. По сумме тепла, полученной рыбой за период содержания, можно, пользуясь таблицей 7, определить ориентировочное состояние гонад в данный период времени. Также это позволяет определить время (на основании полученной суммы тепла) возможности размещения производителей в бассейны с низкой температурой воды (ЦДВ) с целью смещения половых циклов и времени

созревания самцов на более поздний период или, используя более высокие температуры воды, сократить сроки созревания. Если созревание самцов было отмечено в декабре-январе (индустриальные условия), то вполне возможно смещение времени их созревания на два-три месяца (июнь-июль), а при технологической возможности выдерживания в условиях низких температур - более длительный период (август-сентябрь). Т.е. комбинация различных условий содержания самцов осетровых рыб сибирского осетра и стерляди позволяет получать от них половые продукты хорошего рыбоводного качества практически круглый год.

Таблица 7 – Определение стадий зрелости осетровых рыб при содержании в различных условиях индустриальных хозяйств по температурным показателям (градусо-дни)

Месяц	В прямиоточных бассейнах отдела «Конаковский» на протяжении одного года			В условиях длительной искусственной зимовки УЗВ на протяжении 6 месяцев		
	сумма тепла за месяц, градусо-дней	сумма тепла с нарастающим итогом, градусо-дней	стадии зрелости гонад в годичном половом цикле	сумма тепла за месяц, градусо-дней	сумма тепла с нарастающим итогом, градусо-дней	стадии зрелости гонад в годичном половом цикле
<i>Сибирский осетр</i>						
Январь	292	–	IV	155	–	Искусственная зимовка IV
Февраль	255	547		140	295	
Март	315	862		155	450	
Апрель	338	1200		150	600	
Май	538	1738	IV-VI	155	755	IV
Июнь	658	2396	VI	150	905	
Июль	769	3165	VI-II	606	1511	
Август	685	3850	II	685	2196	VI
Сентябрь	496	4346	III	496	2692	
Октябрь	504	4850	III-IV	504	3196	II-III
Ноябрь	380	5230	IV	380	3576	III-IV
Декабрь	276	5506		276	3852	IV
<i>Стерлядь</i>						
Январь	283	–	IV	155	–	Искусственная зимовка IV
Февраль	239	522		145	300	
Март	328	850		155	455	
Апрель	438	1288		150	605	
Май	477	1765	IV-VI	155	760	IV
Июнь	577	2342	II-VI	150	910	
Июль	651	2993		289	1199	
Август	624	3617	III	624	1823	VI
Сентябрь	469	4086	IV	469	2292	II-VI
Октябрь	416	4502		416	2708	
Ноябрь	310	4812		310	3018	III-IV

Декабрь	268	5080	268	3286	IV
---------	-----	------	-----	------	----

#### 4. Нарушение технологических циклов при воспроизводстве осетровых рыб и методы их устранения

Проведение работ по разведению осетровых рыб является сложным технологическим процессом, требующим точного соблюдения технологических параметров, предусмотренных биотехнологиями их разведения. Ниже приведены материалы по устранению некоторых ошибок, встречаемых при проведении работ по воспроизводству осетровых видов рыб (таблица 8).

Таблица 8 – Нарушение технологических циклов и методы их устранения при работе с осетровыми рыбами в условиях индустриальных хозяйств

Основные технологические циклы	Отрицательные факторы	Методы устранения нарушений технологических циклов
Преднерестовое содержание производителей	1. Не соответствие используемых кормов физиологическим потребностям производителей	Использование кормов специальных рецептур
	2. Неправильный режим кормления в период роста и созревания	Оптимизировать режим кормления согласно рекомендаций по формированию РМС
	3. Нарушение абиотических факторов среды (температура, кислород, солевой состав и т.д.)	Оптимизация абиотических факторов среды согласно нормативных гидрохимических показателей для индустриальных рыбоводных хозяйств
	4. Шум, вибрация, магнитные поля, блуждающие токи	Максимально возможное устранение стрессовых ситуаций
	5. Высокие плотности посадки	Оптимизация плотности посадки согласно рыбоводно-биологических нормативов
Гормональная стимуляция созревания рыб	1. Ошибка при определении коэффициента поляризации ооцитов	Использование для воспроизводства производителей с коэффициентом поляризации ооцитов 0,3-0,12
	2. Резкий перепад температуры воды при выдерживании в преднерестовый период (на 3°C и более)	Поддержание температуры воды на оптимальном уровне
	3. Понижение содержания кислорода в воде (на 30-50% от оптимума)	Поддержание содержания кислорода на вытоке из бассейнов на уровне не менее 7 мг/л

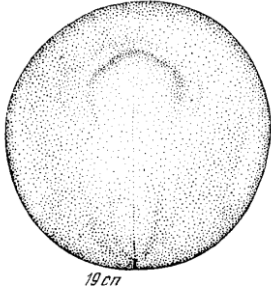
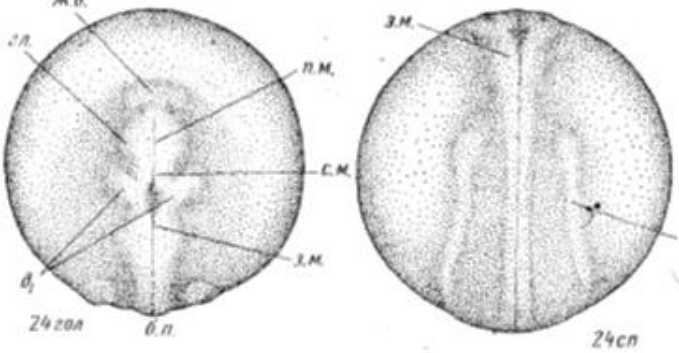
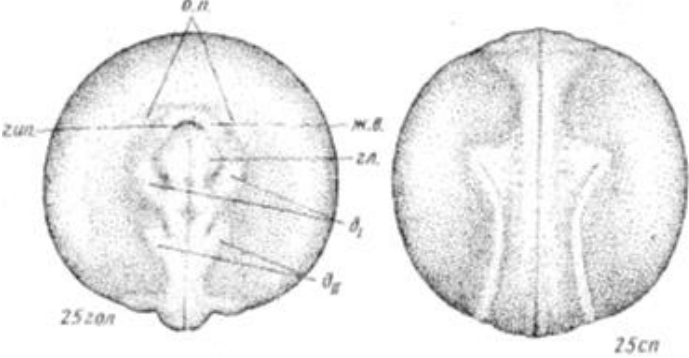
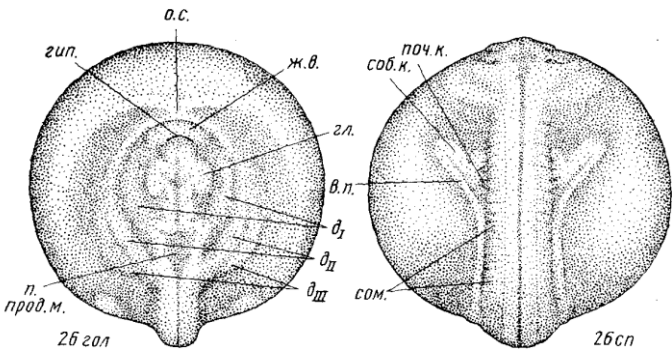
	4. Стресс, вызванный шумом, резкой освещённостью и т.д.	Устранение фактора, вызвавшего стресс. Поддержание освещённости не более 80 люкс/м <sup>2</sup>
Получение половых продуктов	1. Ошибки в сроках получения половых продуктов.	Повышение контроля за созревание.
	2. Резкий перепад температур воды и окружающего воздуха при получении половых продуктов	Избегание резких перепадов температуры воды и окружающего воздуха при получении половых продуктов и осеменении
	3. Повышенная влажность помещения или попадание воды на полученные половые продукты, вызывающие активацию спермы и икры	Устранение указанных факторов
	4. Длительное выдерживание спермы, икры перед оплодотворением при критических температурах воздуха ниже 10°C и выше 18°C	Устранение длительного интервала между получением и оплодотворением икры, размещение икры (в тазах) в рыбоводных емкостях с нерестовой температурой воды (12-16°C)
	5. Механические повреждения икры при отборе	Устранение факторов механического повреждения икры
Оплодотворение икры	1. Ошибка при разбавлении спермы (полиспермия или недостаточное количество спермы)	Принимать во внимание качество спермы (при качестве спермы 5 баллов – 5 мл спермы; 3 балла – 10 мл на 1 л воды). Необходимо обращать внимание на качество (минерализацию) используемой воды
	2. Наличие большого количества полостной жидкости, затрудняющей активацию спермы водой	Удаление излишков полостной жидкости
	3. Попадание воды в половые продукты, вызывающее преждевременное набухание икры и активацию спермы	Устранение причин попадания воды
	4. Несоответствие температуры икры, спермы и доливаемой воды	Устранение температурных скачков
Обесклеивание икры	1. Снижение содержания кислорода в обесклеивающем растворе до 2-3 мг/л	Устранение факторов снижения кислорода, применение аппаратов для обесклеивания икры (ОАИ) или других

	2. Механические повреждения (склеивание икринок, образование комочков, нарушение оболочек) в результате использования икры плохого рыбоводного качества, нарушения технологии приготовления обесклеивающих растворов и обесклеивания	Использовать для рыбоводных целей овулировавшую икру высокого качества
	3. Резкие колебания температуры воды при обесклеивании (использование жидкого кислорода)	Устранение причин, использование при обесклеивании икры воздуха соответствующей температуры
Факторы, влияющие на развитие и выживаемость икры	1. Низкий процент оплодотворения икры (40-60%)	Использование икры высокого рыбоводного качества с оплодотворением не ниже 85%
	2. Температура воды: понижение до 4-6°C и повышение до 25°C губительно для икры на всех стадиях развития. Вызывает повышение выхода уродливых эмбрионов до 50%	Не допустимость и устранение резких перепадов температуры воды
	3. Повышение температуры воды на 29-30 стадиях развития в течение 2-3 часов вызывает преждевременный абортируемый выклев личинки	Не допустимость и устранение резких перепадов температуры воды
	4. Недостаток кислорода (5-5,5 мг/л) при развитии икры вызывает растянутый выклев и нарушение развития	Поддержание уровня растворённого в воде кислорода не менее 8 мг/л
	5. Слабый водообмен вызывает увеличение концентрации продуктов жизнедеятельности и повышенный отход эмбрионов	Соблюдение норм загрузки икры в инкубационный аппарат. Обеспечение водоподачи согласно технологическим требованиям и конструктивным особенностям аппарата
	6. Нарушение режима освещённости выше 100 люкс приводит к нарушениям развития	Соблюдение оптимального режима освещения: осётр 10-20, севрюга и белуга – не более 100 люкс

Перевозка живой икры	1. Механические воздействия	Наименее чувствительными к механическим воздействиям являются стадии 18-19 и далее; оптимальные для перевозки стадии 24-29 (таблица 9)
	2. Содержание кислорода в воде при перевозке икры в пакетах ниже 80% и более 300% насыщения вызывает нарушение развития икры	Контроль насыщения воды кислородом при перевозке
	3. При перевозке в контейнерах	Необходим воздухообмен и определённая влажность
	4. Резкое снижение температуры воды, ниже 4°C, может вызвать нарушение развития и гибель икры, выше 20°C – вызвать абортный выклев	Использовать теплоизоляционные материалы, оптимизировать температуру воды при перевозке
Выклев эмбрионов	1. Содержание кислорода на вытоке должно быть не менее 6-7 мг/л	Обеспечить оптимальный уровень водообмена и насыщение воды кислородом
	2. Колебания температуры воды более 3 °C в сутки	Колебания не более 3°C в течение суток
Выдерживание личинок до перехода на смешанное питание	1. После снижения содержания кислорода в воде ниже 5 мг/л на стадиях 38-40 наблюдаются нарушения в развитии и гибель личинок.	Обеспечить оптимальное содержание кислорода в воде: 7-10 мг/л
	2. Резкие колебания, а также температура воды ниже 10°C и выше 24°C вызывают нарушения в развитии	Поддерживать температуру воды на оптимальном уровне: для стерляди и белуги – 14-16; осетра – 17-20, севрюги – 17-23°C.
	3. Интенсивная освещённость вызывает беспокойство личинок, потерю массы и гибель	Поддерживать освещённость в ёмкостях в начале выдерживания 30 люкс, в конце – 120 люкс
	4. Высокие плотности посадки при недостаточном водообмене и плохой гидродинамике вызывают нарушения в развитии личинок	Соблюдать рыбоводно-биологические нормативы для выдерживания личинок
	5. Нарушение водообмена и гидродинамики в ёмкостях способствует высокому уровню затраты энергии, накоплению метаболитов в воде, что вызывает истощение и гибель личинок	Обеспечить оптимальный уровень водообмена

	6. Отклонение гидрохимических показателей. Личинки ложатся на бок, делают судорожные движения, белеют и гибнут	Соответствие ОСТ, поступающей в рыбоводные ёмкости воды
Перевод на смешанное питание, подращивание личинок	1. Личинки не берут искусственный корм, слабнут и гибнут	Ввести в рацион живой корм, повысить температуру воды до 18-20°C, резкое повышение до 27°C вызывает нарушение в развитии и гибель
	2 Низкое содержание кислорода 5-6 мг/л, снижение выживаемости на 30-60%	Оптимизировать содержание кислорода в воде на уровне 7-9 мг/л
	3. Яркий свет - снижение уровня потребления пищи	Поддерживать освещённость на уровне 110-250 люкс
	4. Молодь вялая, плохо потребляет пищу, замедление в росте, опускается на дно	Улучшить качество поступающей воды до уровня ОСТ
	5. Повышенный травматизм, угнетённое состояние, стресс, пониженная выживаемость	Плотность посадки молоди привести в соответствие с нормативной
	6. Плохое потребление корма, снижение прироста, ухудшение качества воды после кормления, гибель рыбы	Улучшить качество корма, привести в соответствие размер задаваемого корма с массой личинок
Выращивание посадочного материала	1. Не соблюдение режима кормления, высокий травматизм, повышенный отход молоди	Соблюдение режима кормления, нормативных плотностей посадки, своевременная сортировка рыбы. Поддержание абиотических факторов среды на оптимальном уровне
Формирование ремонтно-маточных стад	1. Не нормативный прирост молоди, ремонта, производителей, нарушения в развитии (сколиоз и др.), низкая плодовитость, плохое рыбоводное качество продуцируемых половых продуктов	Плохое качество исходного материала, нарушения в проведении селекционно-племенной работы, не соблюдение рыбоводно-биологических нормативов по формированию ремонтно-маточных стад осетровых видов рыб
Примечание: В данном материале не рассматривается вопрос влияния болезней рыб как фактора, лимитирующего эффективность работы промышленных предприятий по искусственному воспроизводству осетровых рыб		

Таблица 9 – Стадии развития эмбрионов наименее чувствительные к механическим воздействиям при перевозке (по Детлаф, Гинзбург, Шмальгаузен, 1981)

	<p>Стадия 19 – ранней нейрулы</p>
	<p>Стадия 24 – появление глазных выростов и утолщения переднего конца зачатков выделительной системы. гол – вид со стороны головного отдела, сп – вид со спинной стороны</p>
	<p>Стадия 25 – сближения боковых пластинок и образования утолщения в области зачатка хвоста</p>
	<p>Стадия 26 — слияния боковых пластинок и начала обособления хвостового отдела зародыша</p>



	<p>Стадия 27 – короткой сердечной трубки</p>
	<p>Стадия 28 – прямой сердечной трубки. Зародыш неподвижен, туловищные мышцы еще не реагируют на раздражение сокращением.</p>
	<p>Стадия 29 – образования изгиба сердечной трубки. Зародыш неподвижен, на раздражения начинает отвечать слабыми мышечными подергиваниями. Сердце начинает пульсировать. хв – вид со стороны хвоста</p>

## Заключение

Сравнительное изучение сперматогенеза при содержании в условиях УЗВ и бассейнах прямоточного водоснабжения показало, что процесс развития в холодной воде замедляется во времени на 2-3 месяца, что является весомым показателем возможности продления нерестового сезона у половозрелых рыб с помощью регулирования температурных условий. На гистологических фрагментах семенников показаны картины естественных процессов асинхронного развития половых клеток, последовательных преобразований в цистах и выводном протоке зрелой и перезревшей спермы.

Оценка влияния различных температурных условий на сперматогенез при содержании сибирского осетра и стерляди в УЗВ и прямоточном бассейновом хозяйстве изучался в сравнительном плане. При длительном выдерживании в УЗВ, с января по июль, в медленном темпе продолжается процесс волны сперматогенеза. Существование цист со зрелыми сперматозоидами говорит о возможности получения потомства даже при наличии частичных процессов резорбции в цистах и выводном протоке: немногочисленных, опустевших от сперматозоидов цист. Встречающаяся тотальная резорбция перезревших сперматозоидов является началом подготовки особей к предстоящему осеннему сезону, что указывает на взаимозависимость организма в целом не только от условий среды, но и от временного фактора в развитии половых клеток.

Снижение температуры воды до 4-6°C у зрелых самцов приводит к увеличению продолжительности нахождения гонад на IV стадии зрелости, при этом возможна стабилизация развития половых продуктов на необходимом уровне довольно длительное время до 210 суток.

В результате исследований длительности межнерестовых интервалов показаны пути управления звеньями репродуктивного процесса для рыб в условиях тепловодных промышленных хозяйств на примере сибирского осетра ленской популяции и стерляди волжской популяции. Важно отметить, что у самцов данных видов рыб наблюдается ежегодное созревание, для них характерно асинхронное развитие половых клеток, тип нереста порционный и всегда сезонный.

Этапный анализ развития половых клеток в зависимости от экологических факторов (температура воды) при знании закономерностей сперматогенеза, позволил предложить пути управления процессом сперматогенеза одновременно нерестующих рыб. На основании проведенных исследований показано, что гистологический анализ позволяет определить не только стадии зрелости семенников, но и детально выявить особенности развития половых клеток в последующем сперматогенезе. Познание репродуктивных способностей самцов при различных условиях содержания позволяет выделить во времени сроки и продолжительность нереста, а именно преднерестовый, нерестовый и посленерестовый периоды годового цикла стерляди и сибирского осетра в условиях промышленных хозяйств.

Гистологическая оценка исходного состояния семенников в декабре показывает преднерестовое состояние репродуктивной системы. У всех особей присутствует волна сперматогенеза, характеризующая IV стадию зрелости семенников.

У самцов стерляди и сибирского осетра во время нерестовой кампании зимне-весеннего периода в условиях прямotoчного бассейнового хозяйства в январе, феврале, марте, частично в апреле семенники не претерпевают существенных изменений. На фоне активного процесса сперматогенеза наблюдаются преимущественно зрелые сперматозоиды и в небольшом количестве (с некоторым помесечным увеличением) присутствуют процессы резорбции неиспользованных сперматозоидов.

В мае в гонадах и в выводном протоке преобладают процессы резорбции остатков перезревших и неиспользованных сперматозоидов. Следовательно, волна сперматогенеза у сибирского осетра в прямotoчных условиях угасает через 6-7 месяцев, после УЗВ и дальнейшего содержания в прямotoчных условиях через 5-6 месяцев. У стерляди волна сперматогенеза в прямotoчных условиях угасает через 8-9 месяцев, после УЗВ и дальнейшего содержания в прямotoчных условиях через 5-6 месяцев. За это время используется весь резервный фонд половых клеток в данном годовом половом цикле, что подтверждает сезонный характер сперматогенеза у осетровых рыб.

Начало нового полового цикла в семенниках II-VI стадии зрелости у самцов сибирского осетра в условиях прямotoчного бассейнового хозяйства наблюдается через 2 месяца (август), после УЗВ и дальнейшего содержания в прямotoчных условиях через 3 месяца (октябрь).

У самцов стерляди начало нового полового цикла в семенниках II-VI стадии зрелости в условиях прямotoчного бассейнового хозяйства наблюдается через 1 месяц (июнь), после УЗВ и дальнейшего содержания в прямotoчных условиях через 2 месяца (сентябрь). Именно на этих этапах у самцов, находящихся в разных условиях содержания, в семенниках, имеющих еще остаточные процессы резорбции неиспользованной спермы, зарождается генерация половых клеток следующего полового цикла – начало размножения сперматогоний. При новой волне сперматогенеза, возобновляющейся в осенний период, проходит два деления мейоза с формированием сперматоцитов I-II порядка и сперматид с последующим преобразованием их в сперматозоиды. Таким образом, в осенний сезон происходит развитие очередной генерации сперматозоидов. На зимовку самцы уходят в IV стадии зрелости семенников.

Из рассматриваемых видов стерлядь является более пластичным объектом по отношению к температуре воды, чем сибирский осетр. Для прохождения созревания самцов требуется меньше времени, и как следствие меньшая сумма тепла. Процесс формирования новой генерации сперматозоидов проходит более равномерно.

### **Список использованных источников**

Детлаф Т.А., Гинзбург А.С., Шмальгаузен О.П. Развитие осетровых рыб. – М.: Наука, 1981. – 224 с.

Соколов Л.И., Малютин В.С. Особенности структуры популяции и характеристики производителей сибирского осетра р. Лены в районе нерестилищ // Вопросы ихтиологии. – 1977. – Т. 17, вып. 2. – С. 237-246.

## Оглавление

Введение.....	3
1. Сибирский осетр ( <i>Acipenser baerii</i> Brandt, 1869) ленской популяции	4
1.1. Формирование воспроизводительной системы самцов.....	4
1.2. Гистологическая картина прохождения процесса сперматогенеза у самцов сибирского осетра в условиях индустриальных хозяйств различного типа .....	11
1.3. Технологические аспекты, влияющие на продуктивность самцов сибирского осетра.....	16
2. Стерлядь ( <i>Acipenser ruthenus</i> Linnaeus, 1758) волжской популяции	19
2.1. Формирование воспроизводительной системы самцов.....	19
2.2. Гистологическая картина прохождения процесса сперматогенеза у самцов стерляди в условиях индустриальных хозяйств различного типа.....	25
2.3. Технологические аспекты, влияющие на продуктивность самцов стерляди.....	30
3. Управление репродуктивными свойствами самцов сибирского осетра и стерляди в условиях индустриальных хозяйств.....	32
4. Нарушение технологических циклов при воспроизводстве осетровых рыб и методы их устранения.....	34
Заключение.....	41
Список использованных источников.....	43

**ТЕХНИЧЕСКОЕ РУКОВОДСТВО ПО УПРАВЛЕНИЮ  
РЕПРОДУКТИВНЫМИ СВОЙСТВАМИ САМЦОВ ОСЕТРОВЫХ РЫБ  
В УСЛОВИЯХ ИНДУСТРИАЛЬНЫХ ХОЗЯЙСТВ**

Компьютерная верстка Калмыковой В.В.

Издатель: Сорокин Роман Васильевич 414040, Астрахань,  
пл. К. Маркса, 33, 1-й этаж

Подписано в печать XX.XX.2023 г. **Формат А4.**  
**Гарнитура Times New Roman. Усл. печ. л. XX.** Тираж 50 экз.  
**Бумага мелованная.** Печать цифровая.

Отпечатано в Астраханской цифровой типографии  
(ИП Сорокин Роман Васильевич)  
414040, Астрахань, пл. К. Маркса, 33, 1-й этаж Тел.: (8512) 54-00-11,  
E-mail: RomanSorokin@list.ru



Адрес: 141821, Московская область, Дмитровский городской округ, пос. Рыбное, дом 40А  
+7(495) 108-68-56 (101), +7(925) 789-83-62  
E-mail: [vniprh@vniro.ru](mailto:vniprh@vniro.ru)  
[vniprh.vniro.ru](http://vniprh.vniro.ru)