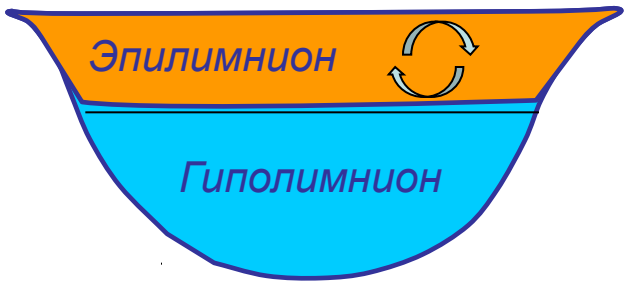
Содержание

1. Режимы перемешивания озер

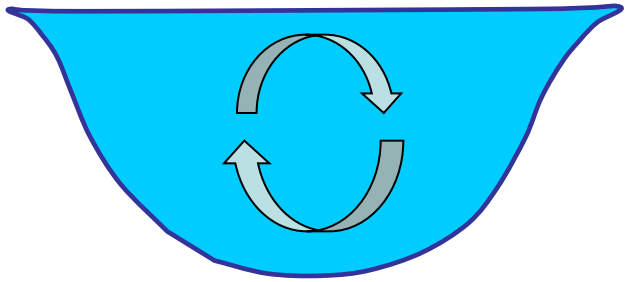
2. Меромиктические озера

Классификация озер по Hutchinson, 1957 (общепринятая)

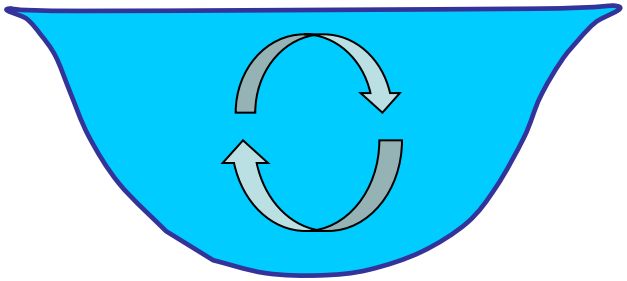
Лето



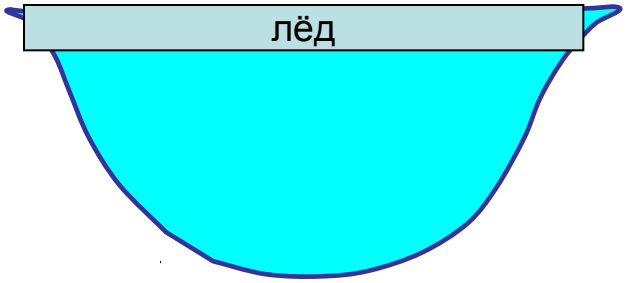
Осень



Весна



Зима



<u>Голомиктические озера</u> – повергаются полному сезонному перемешиванию

Классификация озер по Hutchinson, 1957 (общепринятая)

1. **Голомиктические озера**

– повергаются полному сезонному перемешиванию

Димиктические озера – полное перемешивание **два** раза в год: весной и осенью

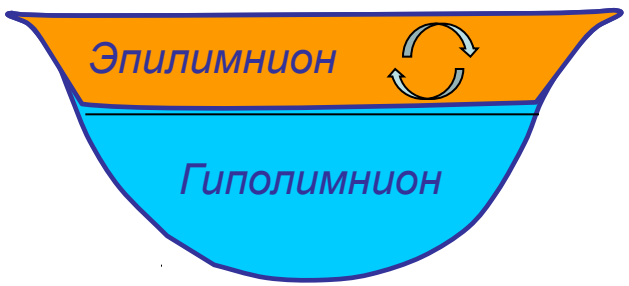
Мономиктические озера – полное перемешивание **один** раз в год:

Полимиктические озера – многократному перемешивание в течение года

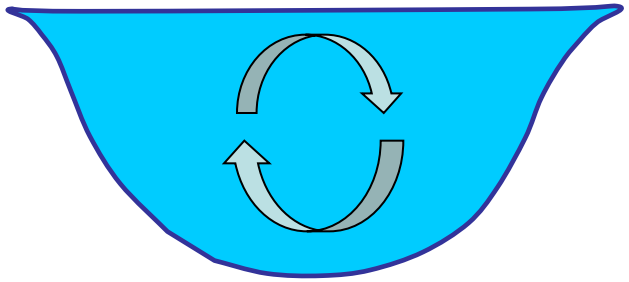
Олигомиктические озера перемешиванию реже, чем раз в год

Димиктические озера – полное перемешивание **два** раза в год: весной и осенью

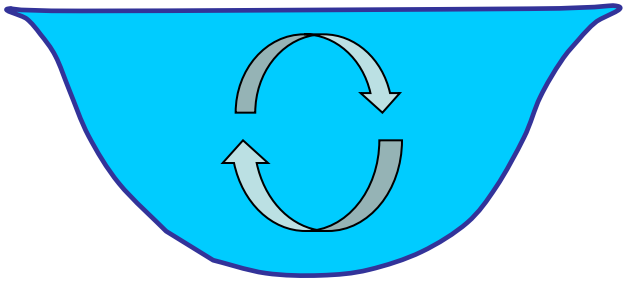
Лето



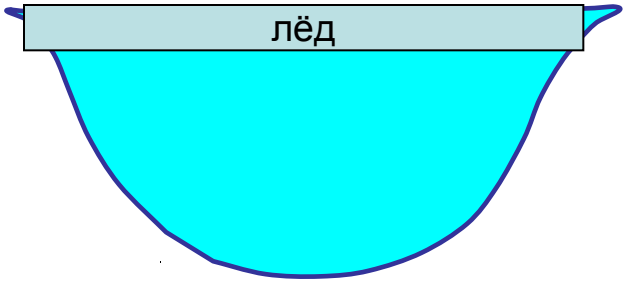
Осень



Весна



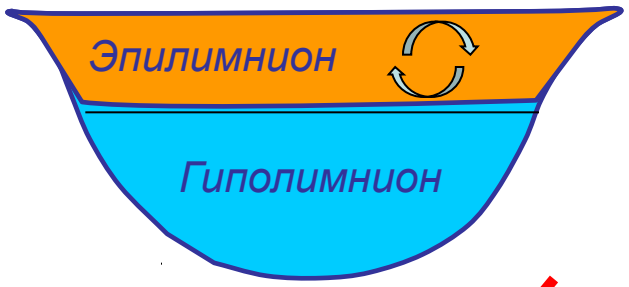
Зима



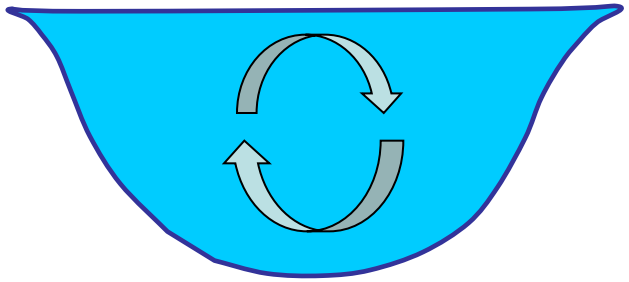
Глубокие крупные пресные озера умеренной зоны, где температура дважды в год переходит через +4С

Мономиктическое озеро:

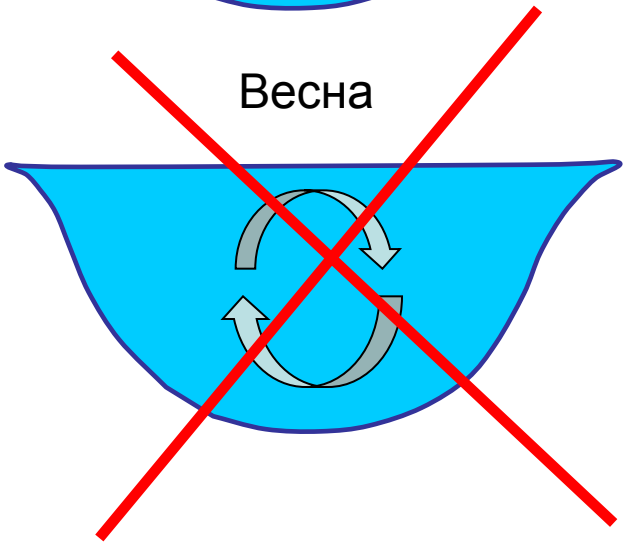
Лето



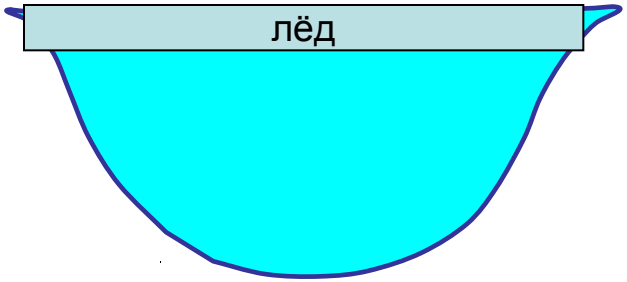
Осень



Весна

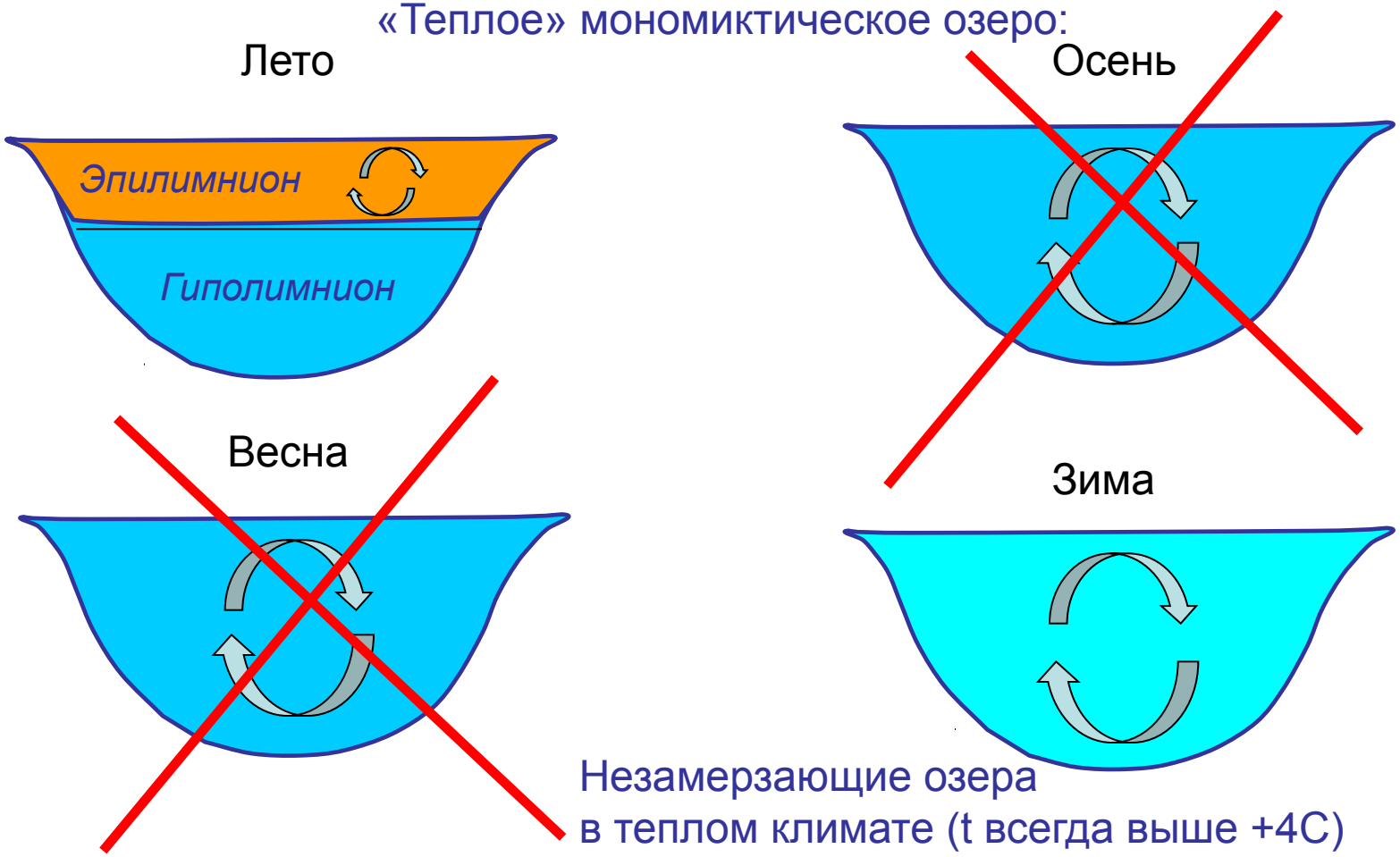


Зима



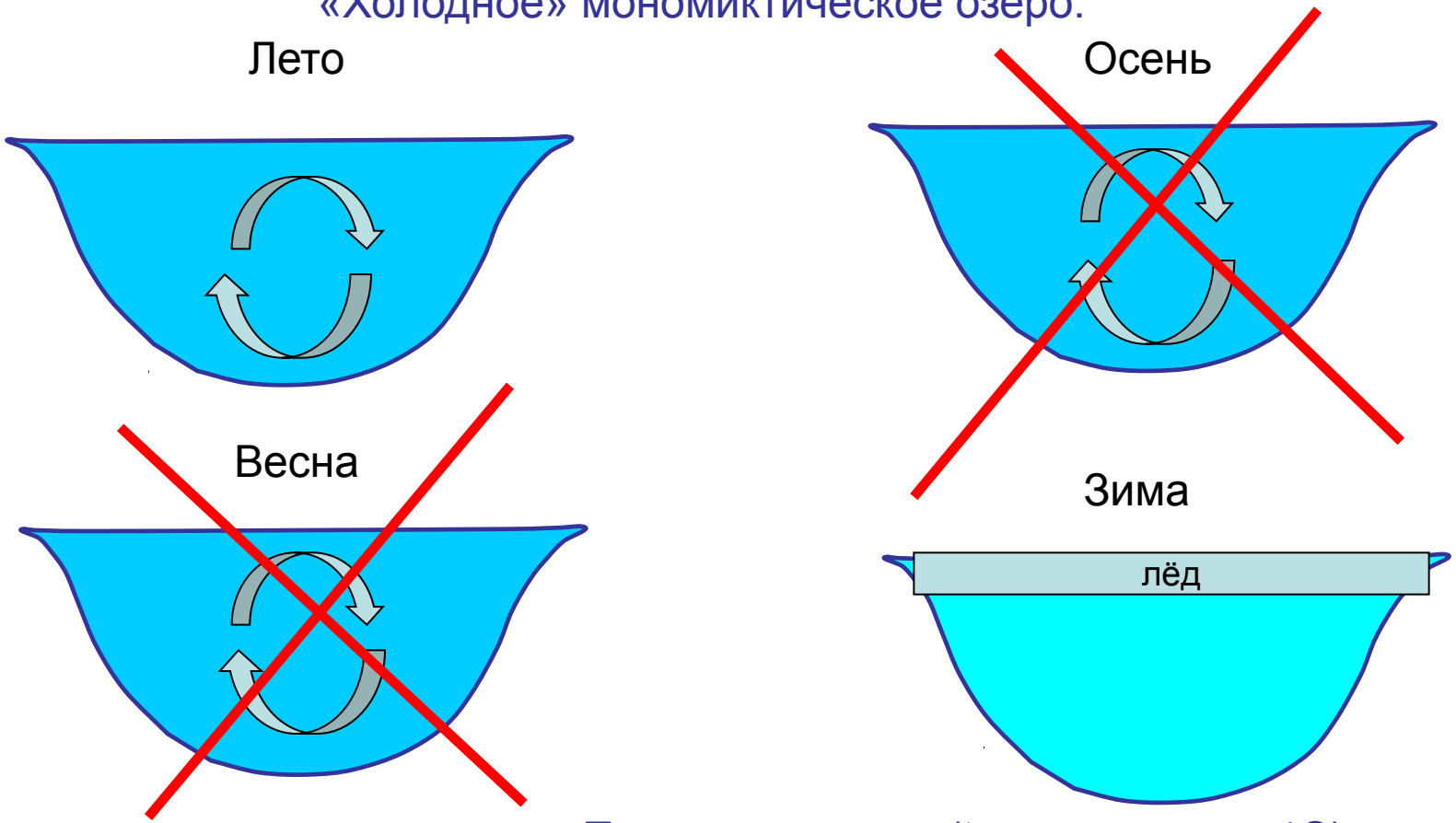
Глубокие небольшие озера, защищенные от ветра + **«дружная» весна;** полная циркуляция осенью

«Теплое» мономиктическое озеро:



Незамерзающие озера
в теплом климате (t всегда выше +4С)
полная циркуляция зимой
при минимальной температуре

«Холодное» мономиктическое озеро:



Полярные озера, (t всегда ниже +4С) полная циркуляция летом при максимальной температуре

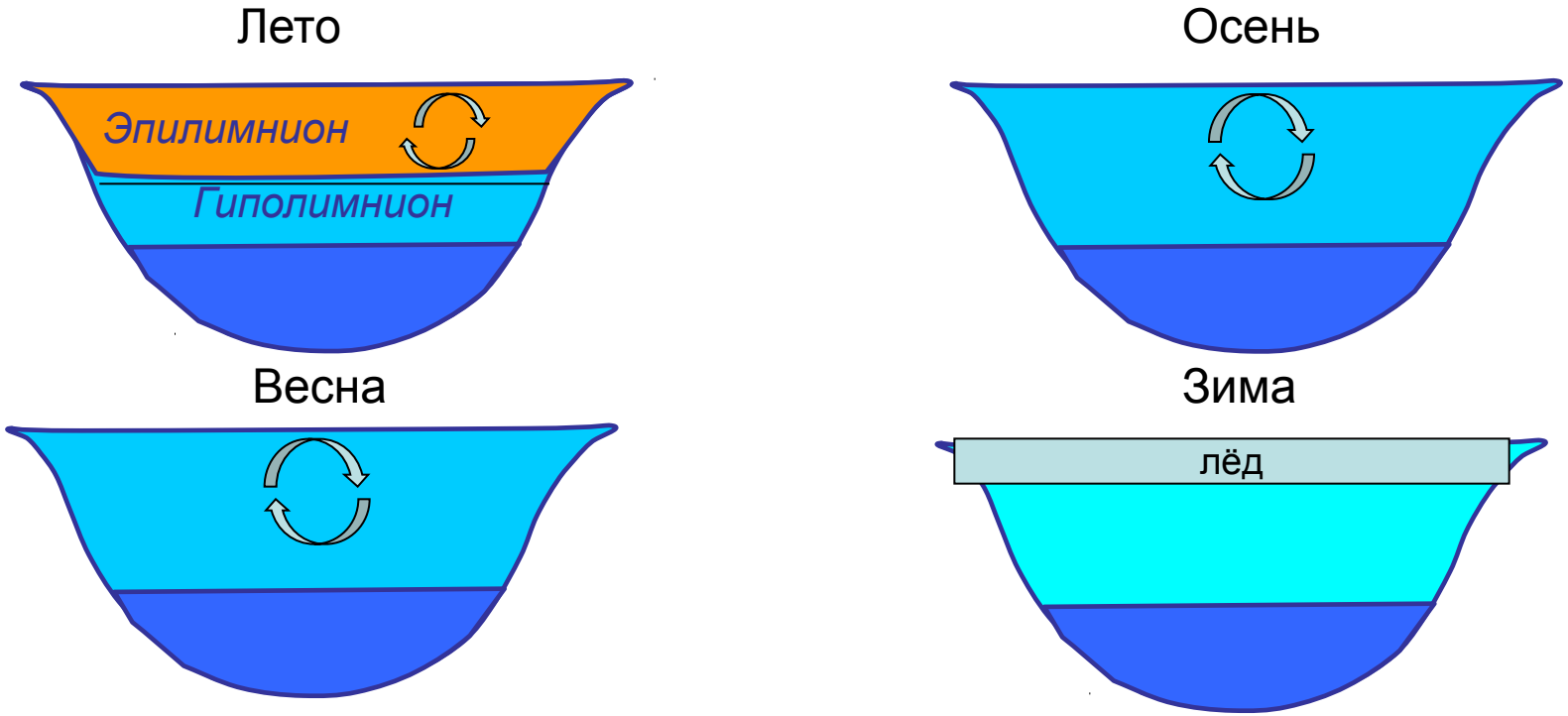
Полимиктические озера – подвергаются многократному перемешиванию в течение года

Мелководные озера глубиной менее 5 метров, эпилимнион не может сформироваться из-за ветров

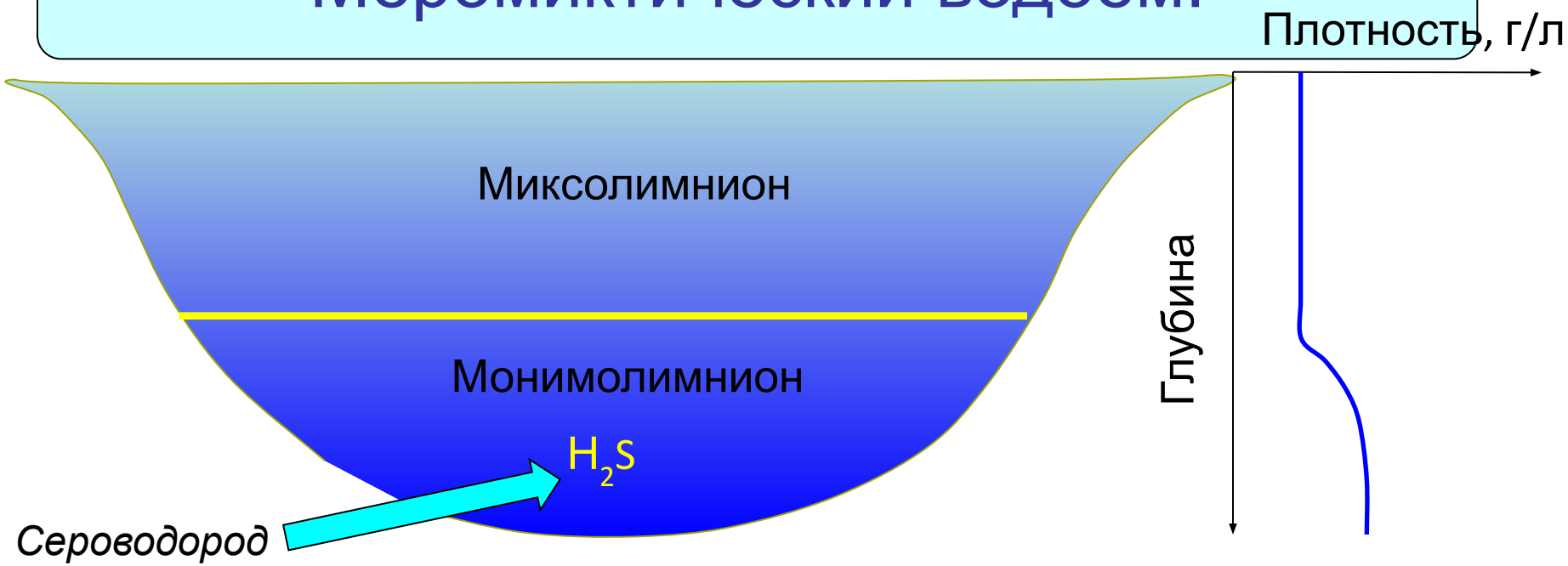
Олигомиктические озера – подвергаются перемешиванию реже, чем раз в год, причем нерегулярно. Зависит о погодных условий: например холодная зима

Классификация озер по Hutchinson, 1957 (общепринятая)

2. Меромиктические озера – не повергаются полному сезонному перемешиванию



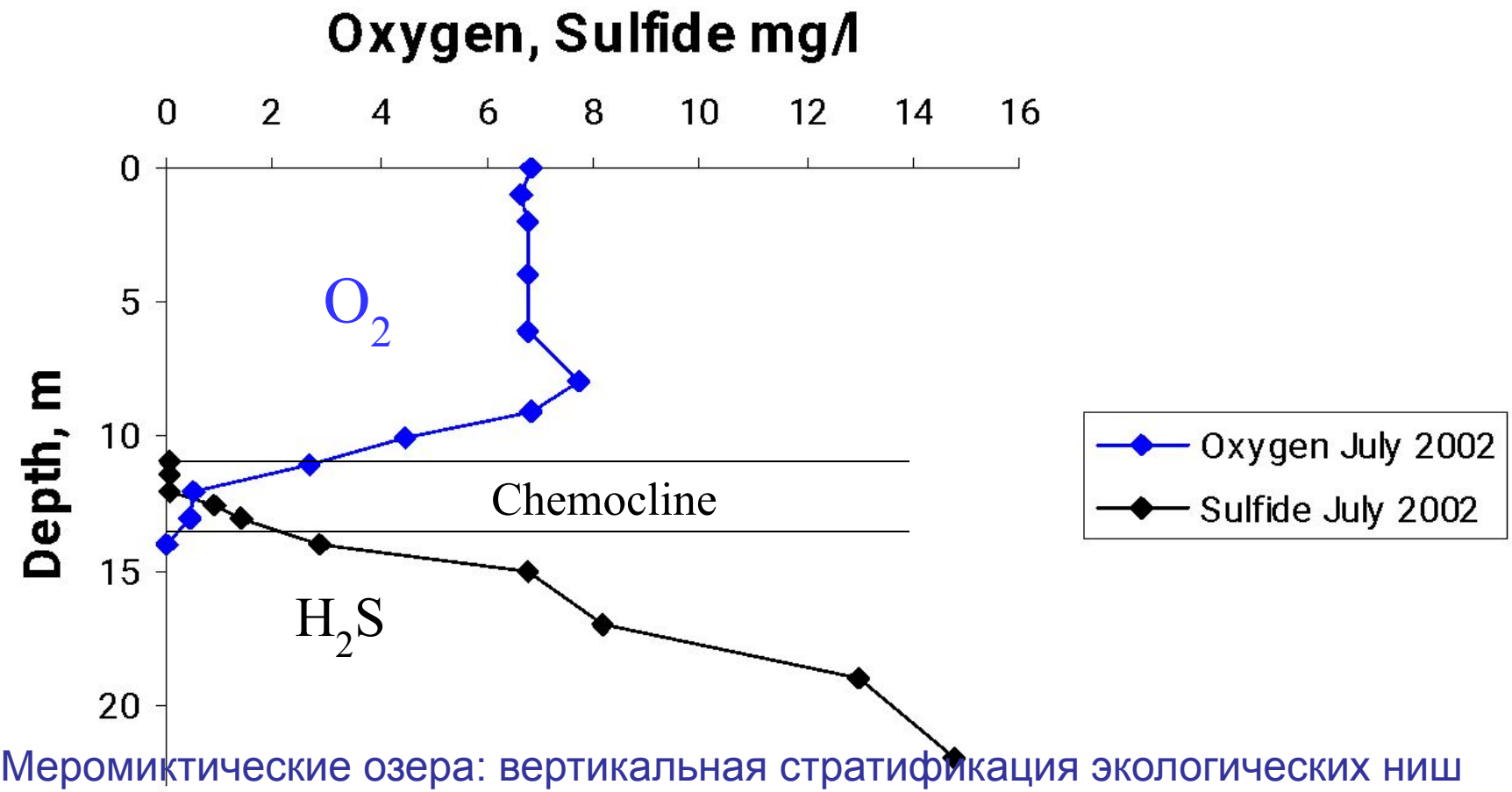
Меромиктический водоем:



<u>Миксолимнион</u> - подвергается сезонной циркуляции

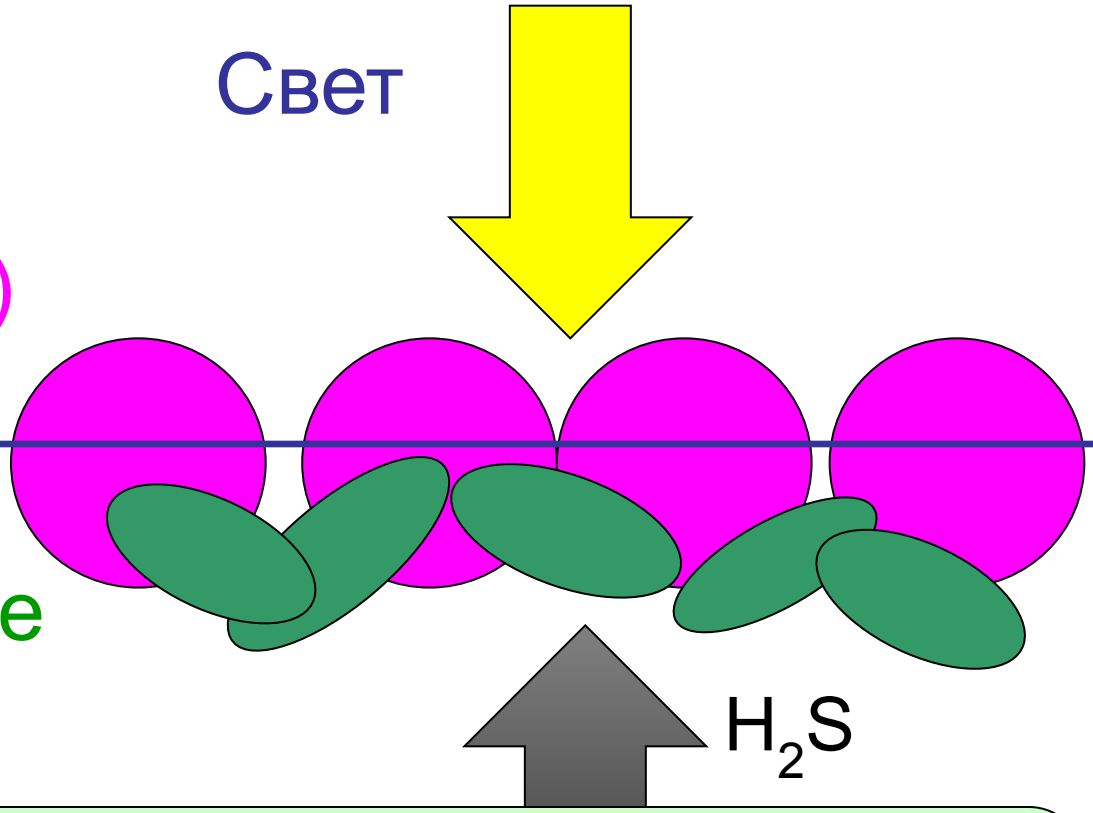
<u>Монимолимнион</u> - не захватывается сезонной циркуляцией *<u>как минимум больше одного года</u>*

Chemical stratification of Shira Lake water column in July 2002



Меромиктические озера: вертикальная стратификация экологических ниш

Пурпурные серные бактерии (ПСБ)

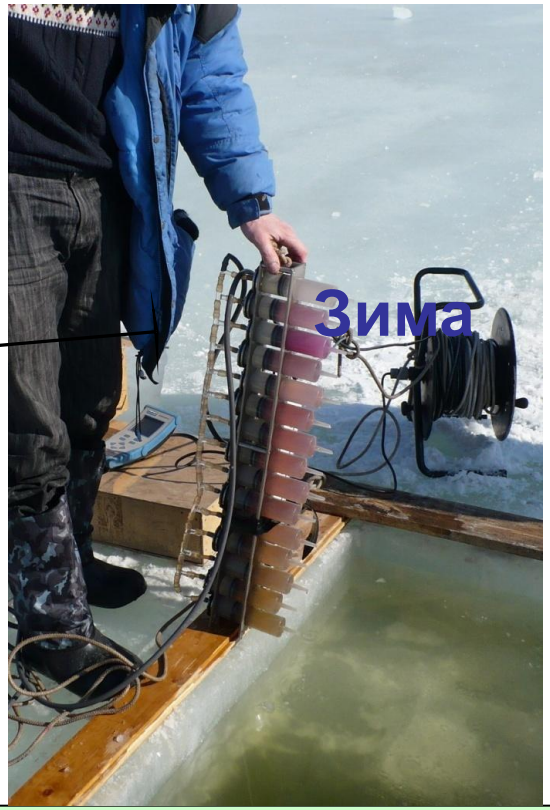


Зеленые серные бактерии (ЗСБ)

Фототрофные серные бактерии являются характерными обитателями меромиктических водоемов. Каротиноиды фототрофных серных бактерий сохраняются в донных отложениях, и служат палео-индикаторами присутствия сероводорода в фотической зоне.

оз. Шунет

Лето



Зима

Численность ПСБ в «пурпурном слое» была экстремально высокой, в летнее время превышала **10^8 кл мл$^{-1}$**.

Подобная численность известна для одного озера в мире – **озера Mahoney, Канада** (***Overmann et al., 1997***).

Введение в физическую лимнологию. Лекция-2

Озеро Шунет, август 2016

Сибирский Федеральный Университет
Рогозин Д.Ю.
г. Красноярск, 2016

Введение в физическую лимнологию. Лекция-2

Озеро Учум, август 2016

Сибирский Федеральный Университет
Рогозин Д.Ю.
г. Красноярск, 2016

Классификация озер по Hutchinson, 1957 (общепринятая)

Происхождение меромиктических озер

1. Креногенные

Пресное озеро + растворение солей из подстилающих пород
Примеры - карстовые озера, образующиеся на известняковых породах

Классификация озер по Hutchinson, 1957 (общепринятая)

Происхождение меромиктических озер

2. Эктогенные

А) В пресное озеро извне поступает соленая вода и проникает вглубь

Примеры: ***Черное море***, прибрежные пресные озера,

Б) В соленое озеро извне поступает пресная вода и остается на поверхности

Примеры: прибрежные озера, отделившиеся от моря в результате изостатического поднятия (Антарктида, побережье Белого моря), озеро Моно (США), затопленные шахты

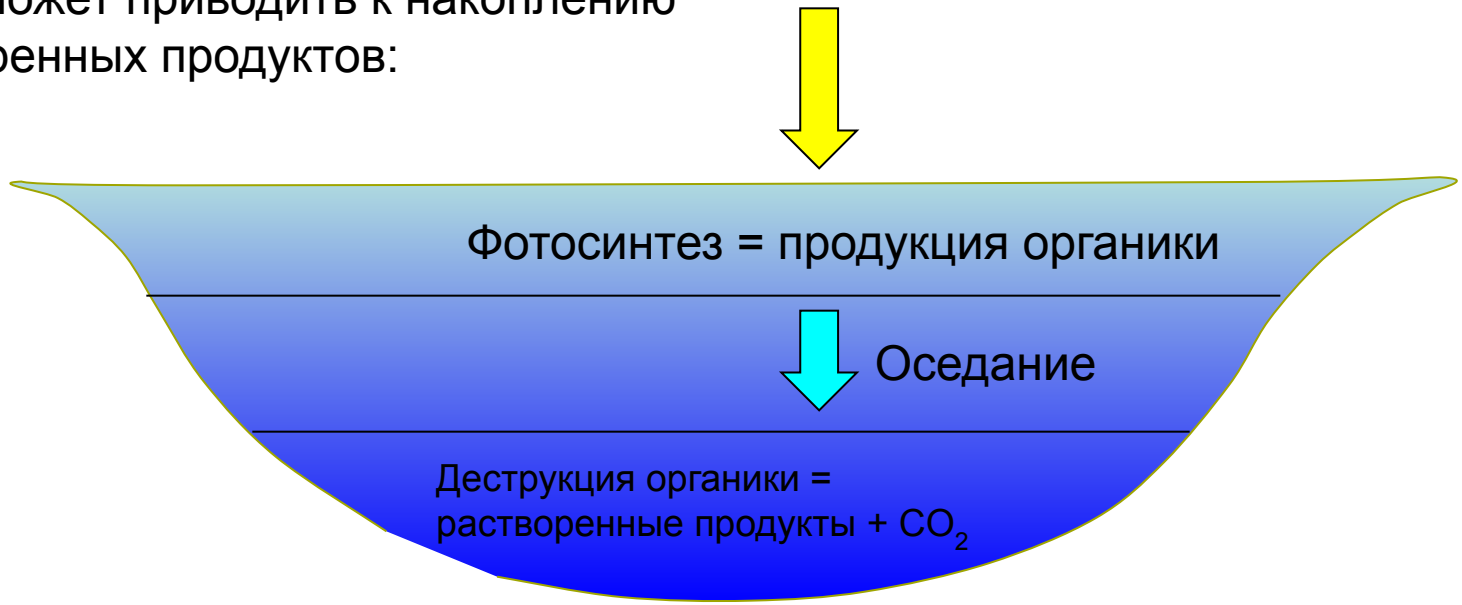
Классификация озер по Hutchinson, 1957 (общепринятая)

Происхождение меромиктических озер

3. Эндогенные

Биологические процессы

Деструкция органики в придонных слоях может приводить к накоплению растворенных продуктов:



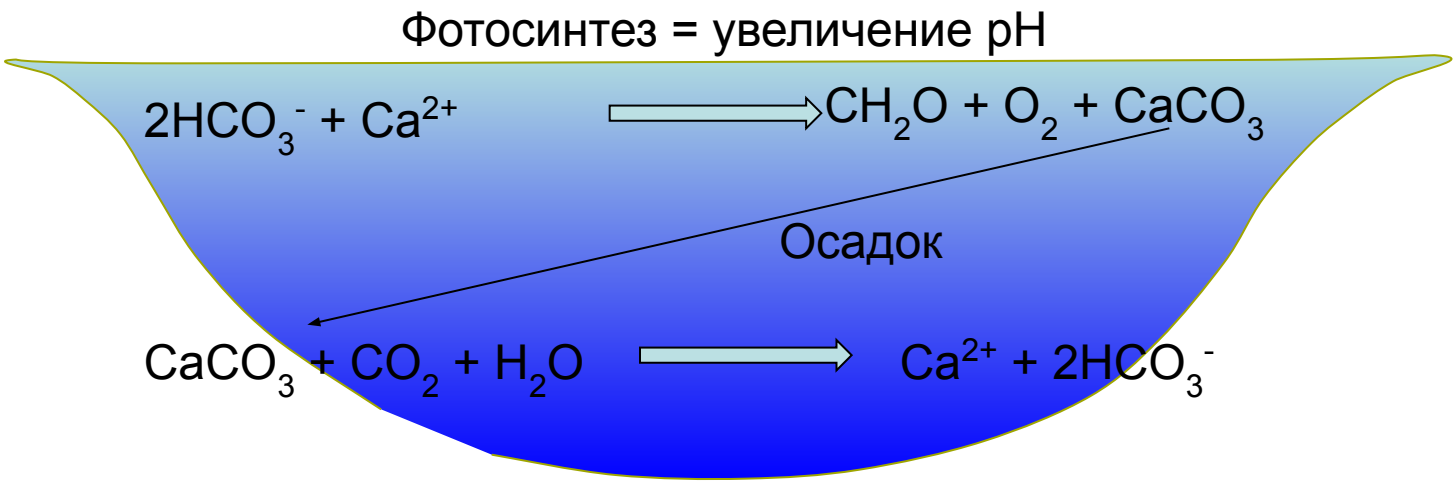
Классификация озер по Hutchinson, 1957 (общепринятая)

Происхождение меромиктических озер

3. Эндогенные

Химические процессы:

Осаждение кальцита при увеличении pH в результате фотосинтеза, его растворение в нижних слоях



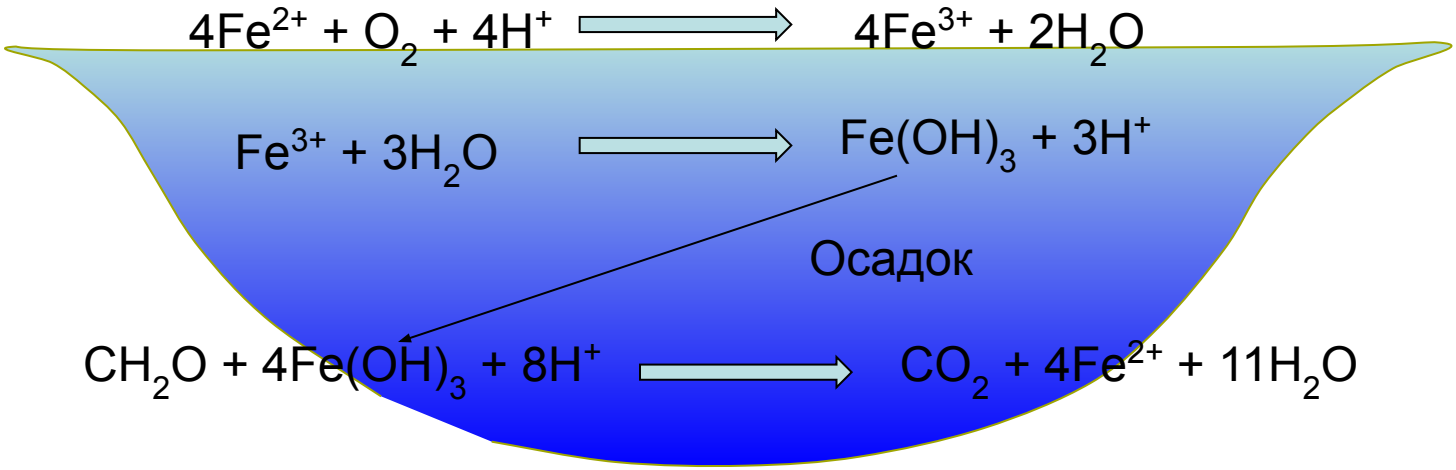
Классификация озер по Hutchinson, 1957 (общепринятая)

Происхождение меромиктических озер

3. Эндогенные

Химические процессы:

Двухвалентное железо окисляется трехвалентного, выпадает в осадок
Внизу в анаэробных условиях вновь восстанавливается до двухвалентного и растворяется



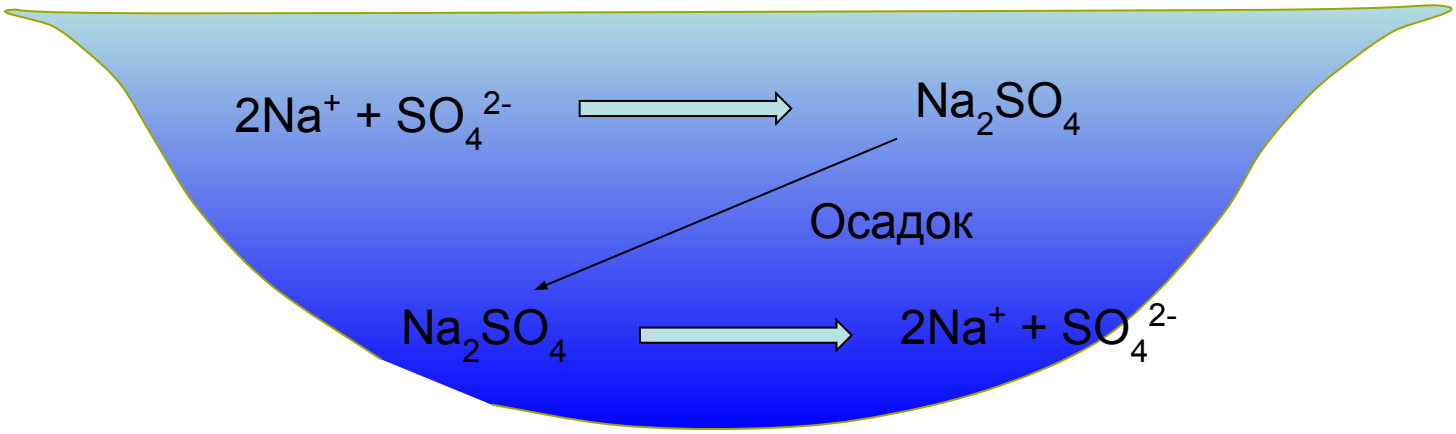
Классификация озер по Hutchinson, 1957 (общепринятая)

Происхождение меромиктических озер

3. Эндогенные

Криогенные процессы:

При концентрации > 30 г/л сульфат натрия (мирабилит)
Зимой кристаллизуется и выпадает в осадок



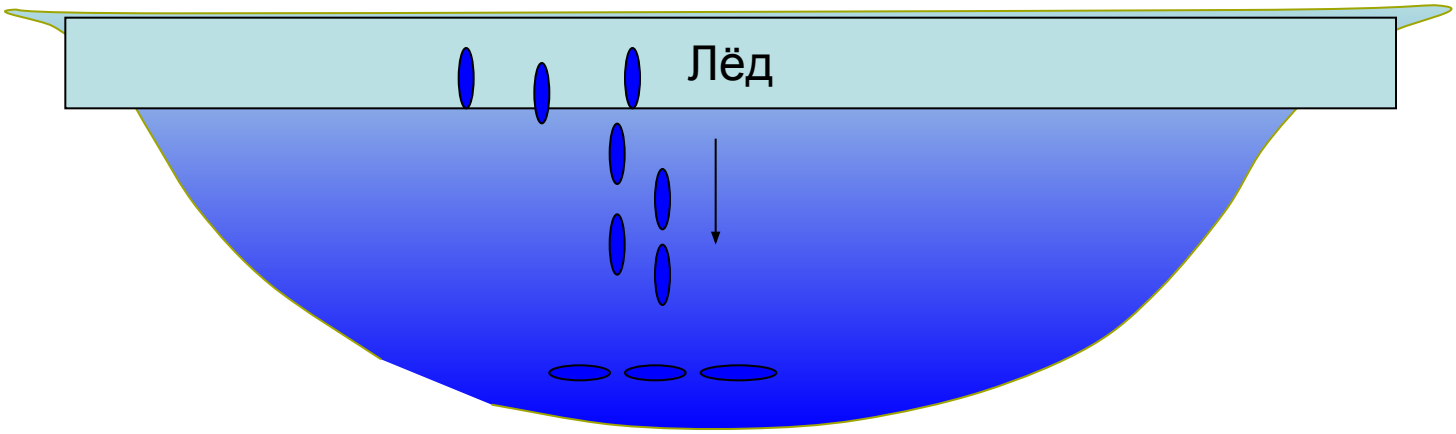
Классификация озер по Hutchinson, 1957 (общепринятая)

Происхождение меромиктических озер

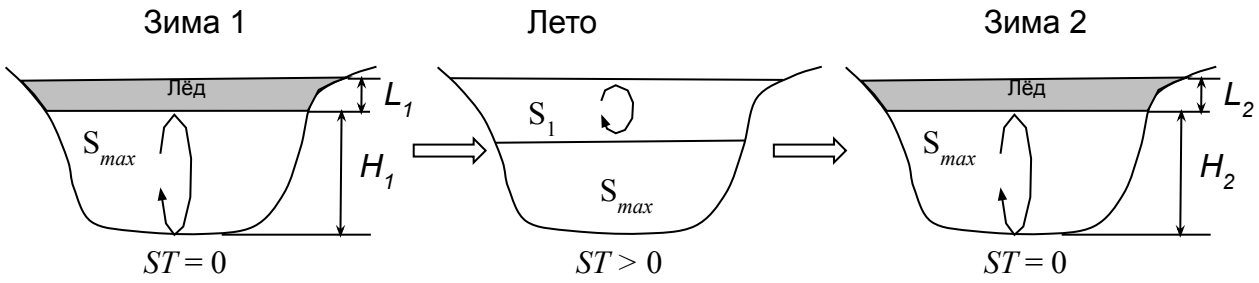
3. Эндогенные

Криогенные процессы:

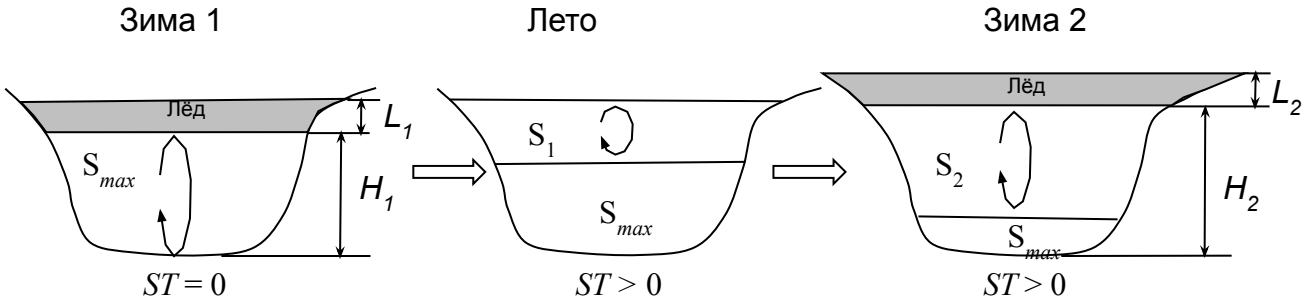
При кристаллизации воды образуются капли концентрированного раствора солей, которые оседают, не успевая раствориться.



Криогенные процессы:

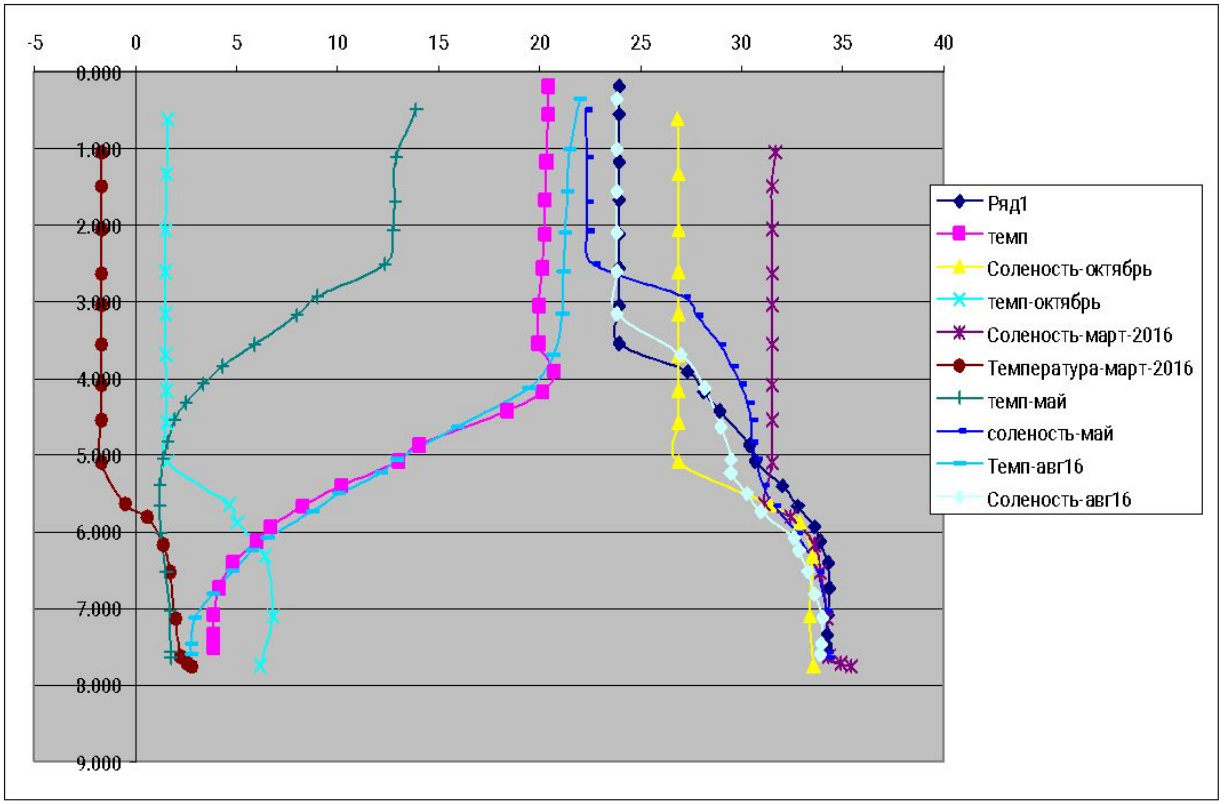


1. Схема вертикального распределения солености в голомиктическом озере при постоянном уровне озера и постоянной толщине льда (*H1* = *H2* и *L1* = *L2*).



2. Схема возникновения неоднородного вертикального распределения солености (меромиксии) **при подъеме уровня воды** в голомиктическом озере.

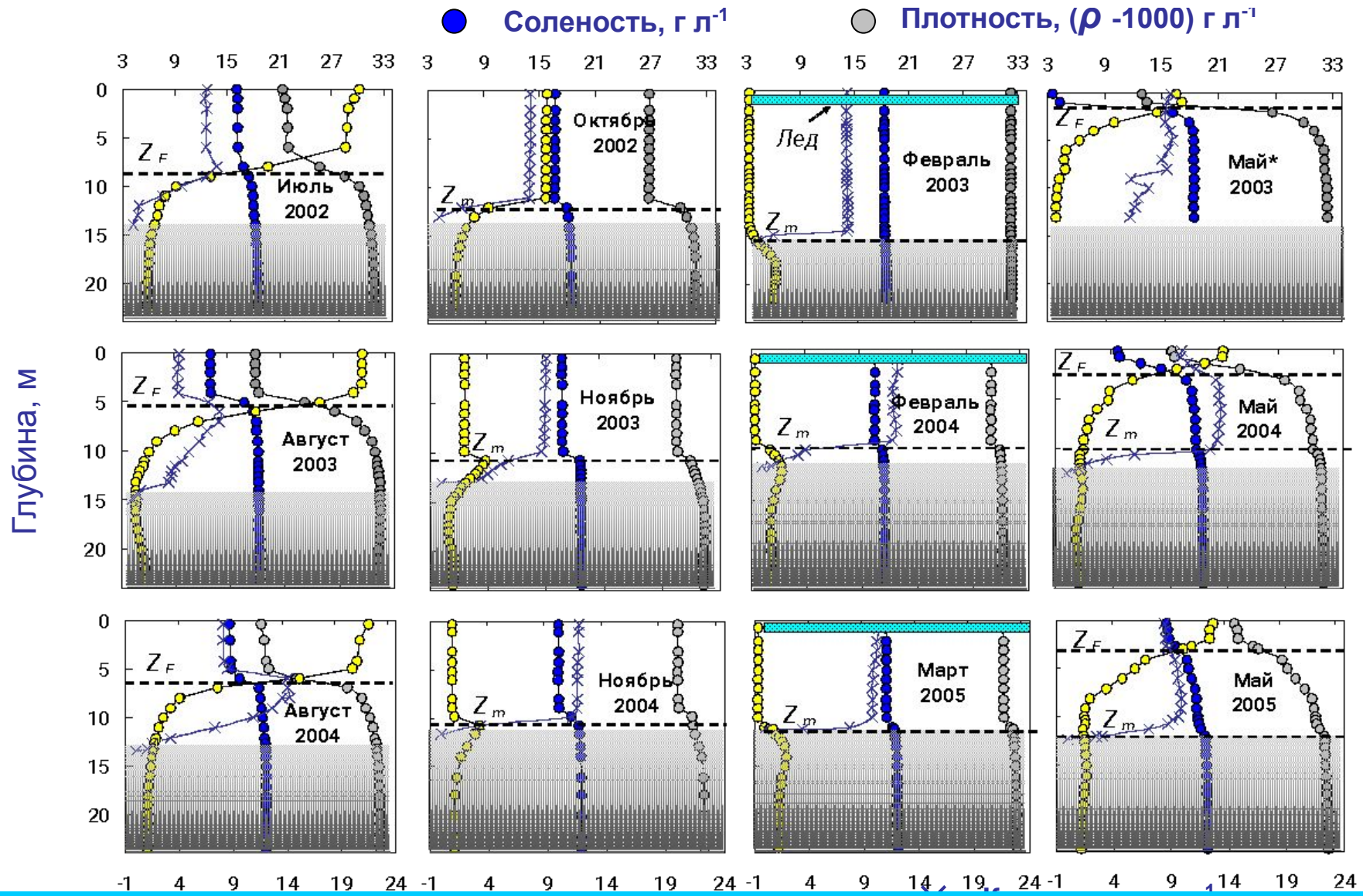
Сезонная динамика вертикальной структуры соленого озера

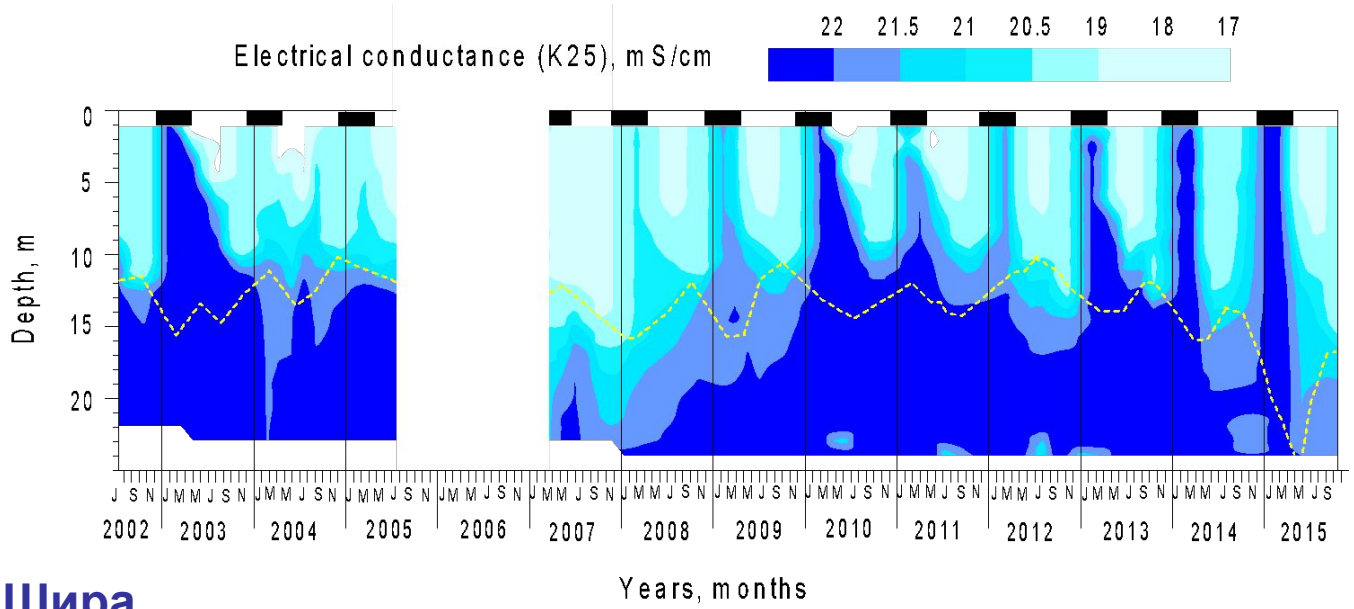


Оз. Учум

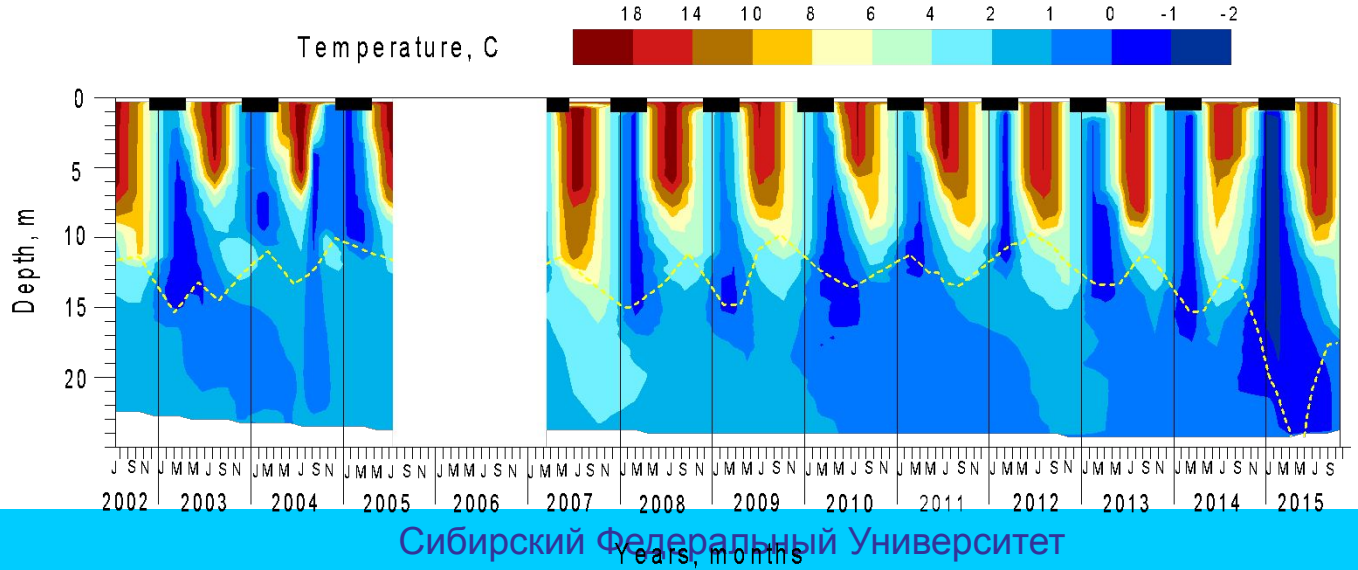
Введение в физическую лимнологию. Лекция-2

Rogozin DY, Genova SN, Gulati RD and Degermendzhy AG.***Aquatic Ecology***, 2010, V.44, No.3, P.485-496

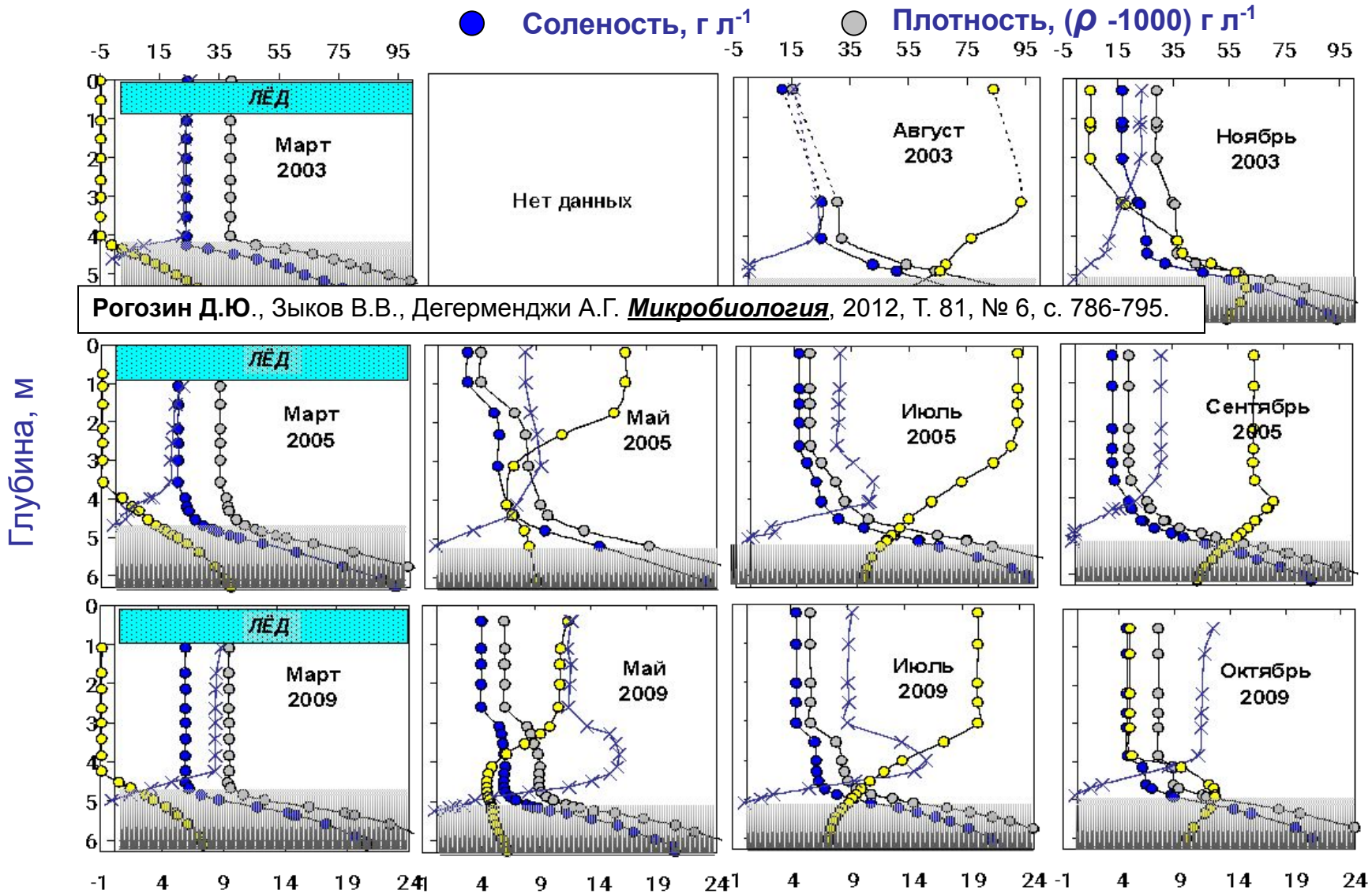



Electrical conductance (K25), mS/cm
22 21.5 21 20.5 19 18 17
Depth, m
0 5 10 15 20
2002 2003 2004 2005 2006 2007 2008 2009 2010 2011 2012 2013 2014 2015
Years, months

Озеро Шира

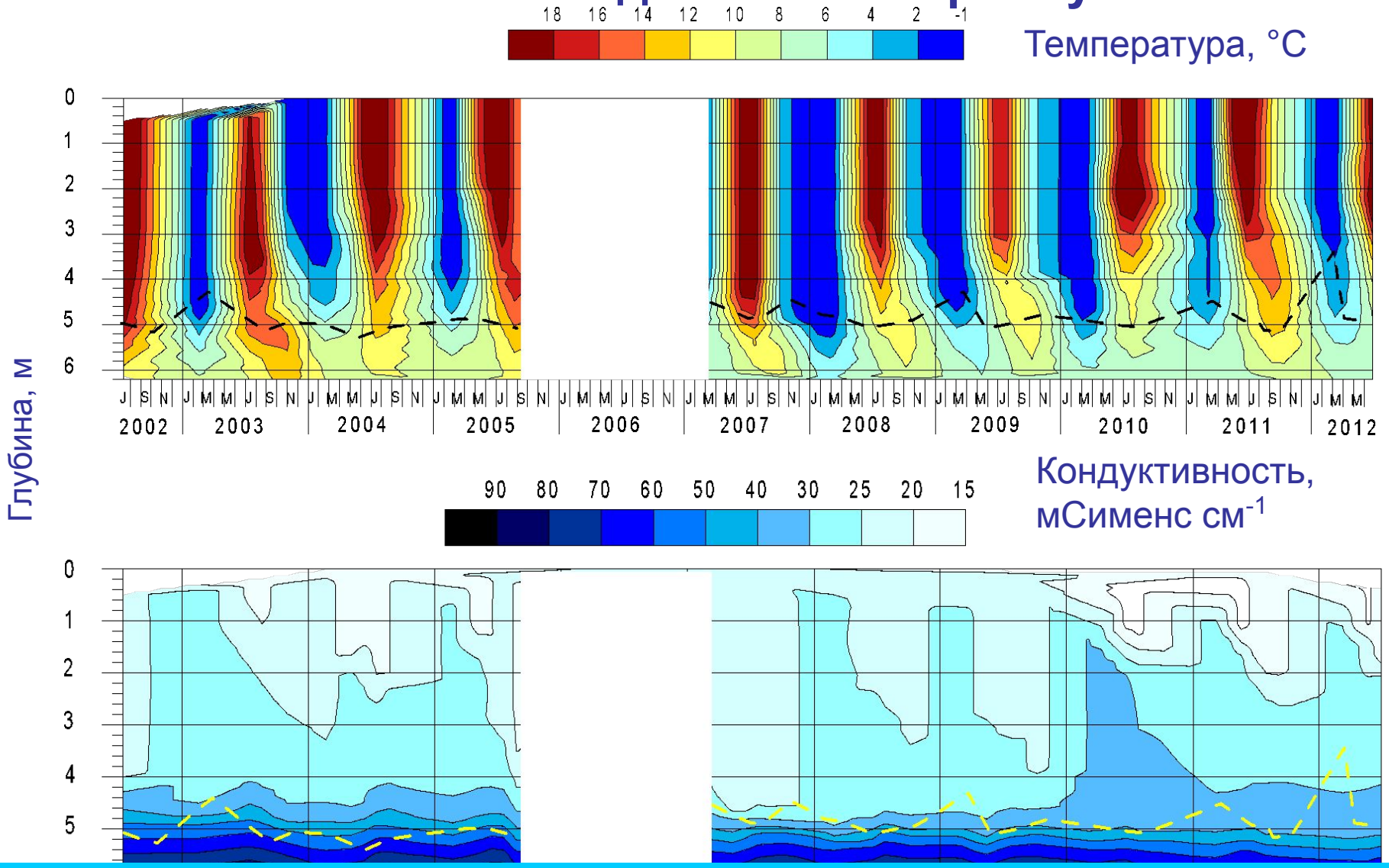

Temperature, C
18 14 10 8 6 4 2 1 0 -1 -2
Depth, m
0 5 10 15 20
2002 2003 2004 2005 2006 2007 2008 2009 2010 2011 2012 2013 2014 2015
Years, months

Введение в физическую лимнологию. Лекция-2



Рогозин Д.Ю., Зыков В.В., Дегерменджи А.Г. ***Микробиология***, 2012, Т. 81, № 6, с. 786-795.

Многолетняя динамика озера Шунет



Происхождение меромиксии озер Шира и Шунет

1. Причина солености озер Шира и Шунет – испарительное концентрирование растворенных солей, поступающих в результате выветривания горных пород на окружающей территории (Гусева и др., 2012)

2. Питание озер осуществляется за счет **менее минерализованных источников:**

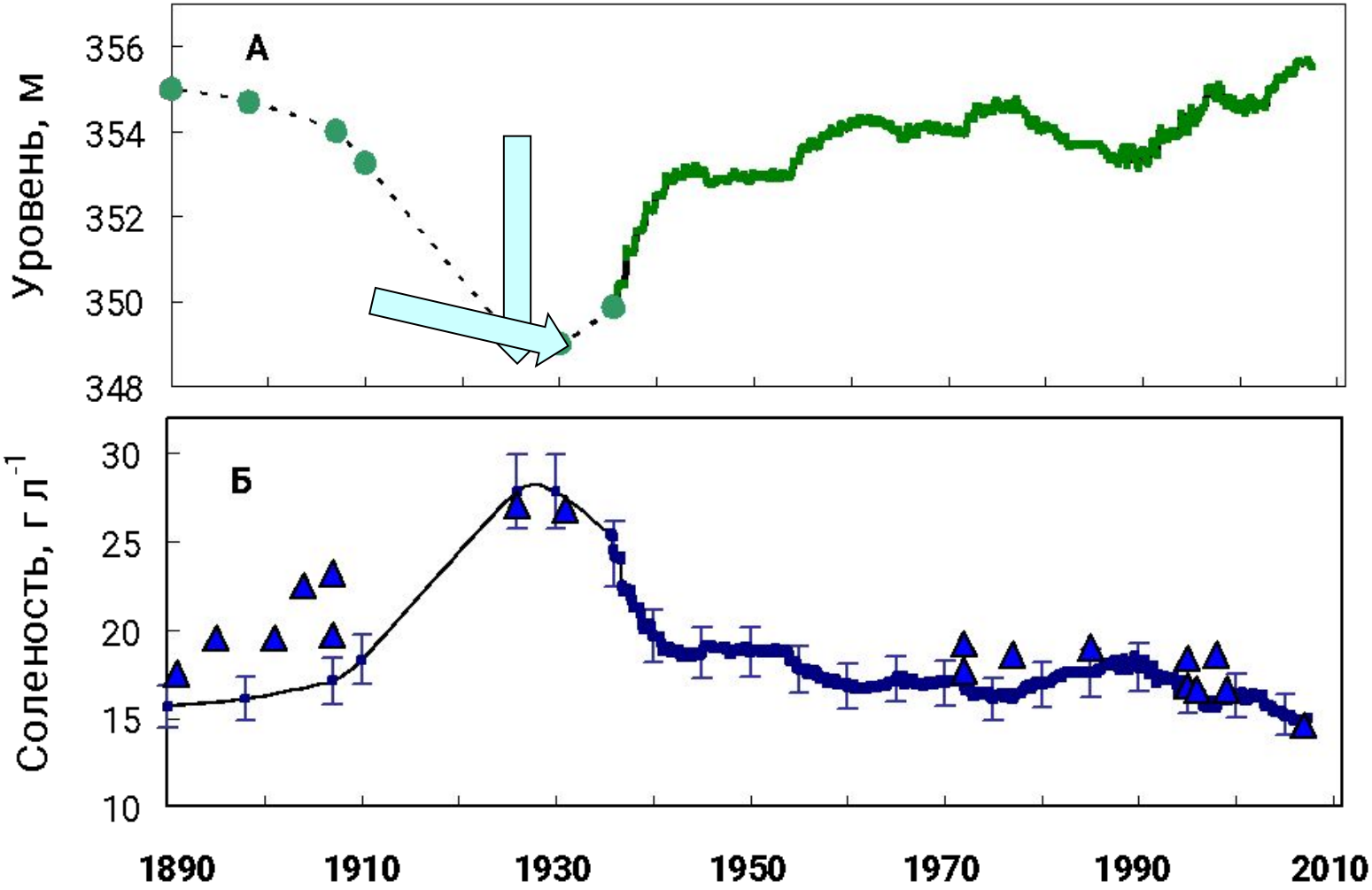
оз. Шира – р.Сон, поверхностный сток, грунтовые воды

оз. Шунет – ручей, поверхностный сток, грунтовые воды

3. Соленость грунтовых вод 1.4 – 3 г $л^{-1}$ (Природные воды…, 2003)

Поступление грунтовых вод не может быть причиной возникновения повышенной солености в придонных слоях озер Шира и Шунет

Динамика уровня воды и солености в оз. Шира

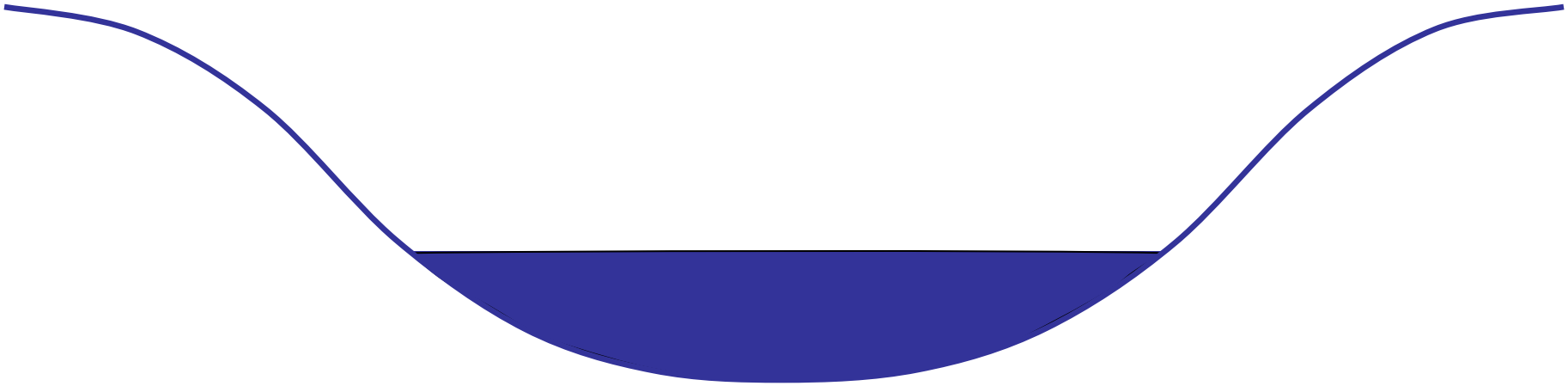


Глубина и соленость в соленых озерах Минусинской котловины (Кривошеев, Хасанов, 1990)

Озеро	Начало XX века		Наше время	
	Год	Глубина, м Минерализация, г $л^{-1}$	Год	Глубина, м Минерализация, г $л^{-1}$
Шира	1926	**17** м **27 г $л^{-1}$**	2013	**24** м **15-19 г $л^{-1}$**
Шунет	1926	менее **1** м **362 г $л^{-1}$**	1999	**6 м** **24.5 г $л^{-1}$**
Тус	1927	**0.35 м** **Не замерзало зимой**	2007	**2 м** **100 г $л^{-1}$**
Белё	1908	Разделилось на два бассейна	Наст. время	Единый водоем
Утичье-1	ок. 1926	Пересохло	1997	**2.7 м** **3 г $л^{-1}$**
Утичье-3	1926	**0.25 м** **83 г $л^{-1}$**	1997	**6.5 м** **5.6 г $л^{-1}$**
Тагарское	ок. 1925	менее **1 м** **25 г $л^{-1}$**	1987	**3.2 м**
Учум	1926	менее **6 м** **35 г $л^{-1}$**	1985	**7.3 м** **23.5 г $л^{-1}$**

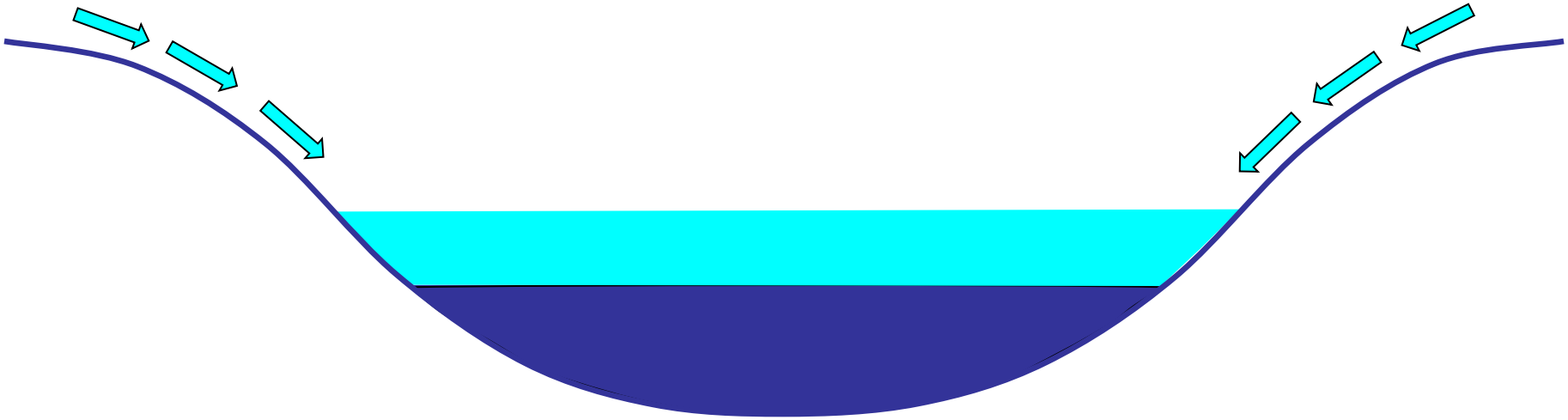
Происхождение меромиксии озер Шира и Шунет

Мелкое соленое озеро:



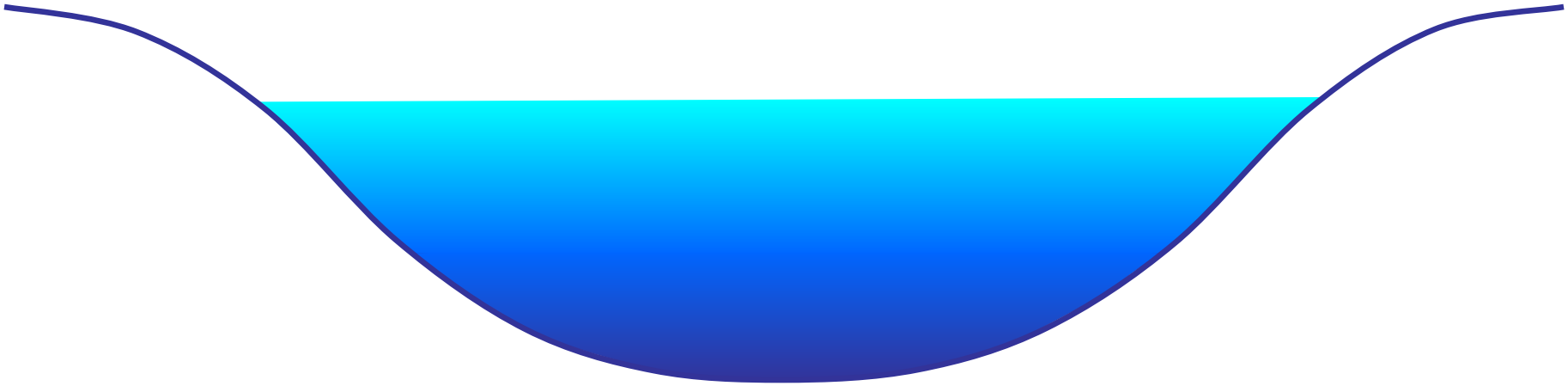
Происхождение меромиксии озер Шира и Шунет

Поступление пресной воды
с поверхностным стоком



Происхождение меромиксии озер Шира и Шунет

Меромиксия



Сибирский Федеральный Университет
Рогозин Д.Ю.
г. Красноярск, 2016

Происхождение меромиксии озер Шира и Шунет

Меромиксия эктогенного происхождения по классификации Хатчинсона (Hutchinson, 1957)

Rogozin DY, Genova SN, Gulati RD and Degermendzhy AG ***Aquatic Ecology***, 2010, V.44, No.3, P.485-496