

#### 1.1.1.4. Гидробиологические сообщества

(ФГБУ «Гидрохимический институт» Росгидромета, Ростов-на-Дону;  
ФГБУ «Иркутское УГМС» Росгидромета)

##### Гидробиологические наблюдения в районе КОС г. Байкальска

В 2015 г. контроль за состоянием гидробионтов проведен в марте, июне и сентябре в пределах большого полигона площадью 250 км<sup>2</sup> (на 61 станции), который включал в себя малый полигон размером 35 км<sup>2</sup> (36 станций), непосредственно примыкающий к месту выпуска коммунальных сточных вод г. Байкальска. Контроль за состоянием бактериобентоса проводился на 12,5 км<sup>2</sup> (на 35 станциях). Наблюдения за состоянием зообентоса были проведены в марте на участке площадью 0,5 га, расположенном у места сброса коммунальных сточных вод, на 35 станциях.

Обобщенные количественные характеристики гидробиологических показателей и размеры площадей зон загрязнения в 2015 г. приведены в таблице 1.1.1.4.1. Сравнение результатов гидробиологических съемок 2015 г. проводилось с аналогичными периодами 2014 г.

**Бактериопланктон.** В марте в пределах контролируемого большого полигона численность гетеротрофных бактерий (показателя загрязнения воды органическим веществом) изменялась от 1 до 620 кл/мл, среднее значение – 59 кл/мл. Площадь зоны загрязнения коммунальными сточными водами составила 1,9 км<sup>2</sup>, что в 2,7 раза ниже, чем в 2014 г. (5,1 км<sup>2</sup>). Среднее значение численности гетеротрофов в зоне наибольшего влияния коммунальных стоков равнялось 31 кл/мл, что в 4 раза выше, чем на фоновых участках акватории южного побережья озера (в сравнении с 2014 г. – 41 кл/мл против 4 кл/мл соответственно). В пределах малого полигона зона загрязнения располагалась в 0,6 км на северо-восток от выпуска хозяйственно-бытовых сточных вод. В пределах большого полигона зона загрязнения площадью 27 км<sup>2</sup> была отмечена на расстоянии 16 км на восток в районе Хара-Муринской банки и площадью 8 км<sup>2</sup> в западной части полигона на расстоянии 20 км от места выпуска стоков.

Углекислородокисляющие бактерии обнаружены на 18 из 61 обследованной станции, их численность доходила на отдельных станциях до 100 кл/мл, что в 10 раз ниже значений 2014 г. Целлюлозоразрушающие бактерии были отмечены на 15 из 61 отобранной станции. Фенолоксиляющие бактерии обнаружены не были.

В июне в пределах контролируемого большого полигона численность гетеротрофных бактерий изменялась от 1 до 1658 кл/мл, среднее значение – 61 кл/мл. Площадь зоны загрязнения коммунальными сточными водами составила 2,7 км<sup>2</sup>, что в 1,5 раза ниже, чем в 2014 г. (3,9 кл/мл). Среднее значение численности гетеротрофов в зоне наибольшего влияния коммунальных стоков равнялось 53 кл/мл, что в 6 раз выше, чем на фоновых участках акватории южного побережья озера. В пределах малого полигона зона загрязнения состояла из двух пятен, одно, площадью 2,1 км<sup>2</sup>, располагалось в 1,8 км на запад, второе, площадью 1 км<sup>2</sup>, отмечалось в 2 км северо-восточнее места выпуска хозяйственно-бытовых сточных вод.

В пределах большого полигона на расстоянии 8 км на запад от выпуска хозяйственно-бытовых сточных вод наблюдалось пятно загрязнения площадью 18,6 км<sup>2</sup> которое было вытянуто вдоль береговой линии на 14 км, вероятно здесь наблюдалось влияние промышленного комплекса Култук – Слюдянка.

Углекислородокисляющие бактерии обнаружены в пробах на 23 из 61 обследованной станции, их численность доходила на отдельных станциях до 100 кл/мл и осталась на уровне значений 2014 г. Целлюлозоразрушающие бактерии были отмечены на 6 из 61 отобранной станции. Фенолоксиляющие бактерии обнаружены не были.

Таблица 1.1.1.4.1

**Характеристики гидробионтов и размеры площади зон загрязнения в районе КОС г. Байкальска по результатам съемок 2014–2015 гг.**  
(в числителе – пределы, в знаменателе – среднее значение)

| Группы гидробионтов                | Время съемки | 2014 г.               |                |                  |                          | 2015 г.               |                |                   |                          | Площадь, км <sup>2</sup> |
|------------------------------------|--------------|-----------------------|----------------|------------------|--------------------------|-----------------------|----------------|-------------------|--------------------------|--------------------------|
|                                    |              | Численность           |                |                  | Площадь, км <sup>2</sup> | Численность           |                |                   | Площадь, км <sup>2</sup> |                          |
|                                    |              | в целом за съемку     | фон            | зона загрязнения |                          | в целом за съемку     | фон            | зона загрязнения  |                          |                          |
| Бактериопланктон, кл/мл            | II–III       | 0–64<br>13            | 2–10<br>6      | 30–57<br>41      | 5,1                      | 1–620<br>59           | 1–12<br>7      | 25–42<br>31       | 1,9                      |                          |
|                                    | VI           | 1–294<br>45           | 1–10<br>4      | 190–294<br>245   | 3,9                      | 1–1658<br>61          | 1–16<br>9      | 25–99<br>53       | 2,7                      |                          |
|                                    | IX           | 13–2680<br>116        | 18–52<br>35    | 107–143<br>125   | 3,2                      | 1–5132<br>163         | 1–38<br>14     | 145–246<br>169    | 5,9                      |                          |
| Фитопланктон, тыс. кл/л            | II–III       | 59–275<br>151         | 59–99<br>79    | 200–252<br>220   | 6,3                      | 126–786<br>226        | 126–165<br>148 | 283–786<br>486    | 4,0                      |                          |
|                                    | VI           | 181–1055<br>770       | 181–713<br>617 | 932–1027<br>980  | 8,2                      | 227–1557<br>895       | 455–698<br>602 | 1135–1557<br>1272 | 8,6                      |                          |
|                                    | IX           | 28–729<br>220         | 28–172<br>103  | 322–457<br>390   | 1,8                      | 33–89<br>59           | 33–46<br>39    | 77–89<br>84       | 2,4                      |                          |
| Зоопланктон, мг/м <sup>3</sup>     | II–III       | 8–154<br>45           | 48–77<br>60    | 8–25<br>18       | 14,5                     | 0,1–169<br>21         | 31–169<br>69   | 0,5–16<br>10      | 25,3                     |                          |
|                                    | VI           | 10–160<br>38          | 45–160<br>69   | 10–32<br>24      | 19,8                     | 1,2–188<br>36         | 42–188<br>63   | 2–20<br>12        | 9,1                      |                          |
|                                    | IX           | 8–108<br>50           | 67–94<br>103   | 8–39<br>30       | 9,3                      | 45–296<br>154         | 219–296<br>243 | 45–106<br>80      | 7,1                      |                          |
| Бактериобентос, тыс. кл/г вл. мила | II–III       | 0,1–52<br>7           | 0,1–2<br>0,8   | 8–52<br>15       | 5,0                      | 2,3–50<br>14          | 2–8<br>6       | 22–50<br>27       | 5,0                      |                          |
|                                    | IX           | 3–67<br>16            | 3–14<br>8      | 29–69<br>47      | 2,5                      | 1,2–158<br>13         | 1,2–9<br>5     | 15–158<br>52      | 2,1                      |                          |
| Зообентос, г/м <sup>2</sup>        | III, 2015    | съемка не проводилась |                |                  |                          | 2–49<br>12            |                |                   |                          |                          |
|                                    | VI, 2014     | 2–28<br>13            |                |                  |                          | съемка не проводилась |                |                   |                          |                          |

1.1 В сентябре в пределах контролируемого большого полигона численность гетеротрофных бактерий изменялась от 1 до 5132 кл/мл, при среднем значении 163 кл/мл. Площадь зоны загрязнения коммунальными сточными водами увеличилась в 1,8 раза в сравнении с 2014 г. и составила 5,9 км<sup>2</sup>. Среднее значение численности гетеротрофов в зоне наибольшего влияния коммунальных стоков равнялось 169 кл/мл, что в 12 раз выше, чем в фоновых участках акватории южного побережья озера. В пределах малого полигона зона загрязнения располагалась в 3,5 км западнее и в 1,2 км восточнее от выпуска хозяйственно-бытовых сточных вод. В пределах большого полигона зона загрязнения площадью 32,4 км<sup>2</sup> была отмечена на расстоянии 6 км на север от места выпуска стоков. В восточной части полигона в районе Хара-Муринской банки наблюдалась зона загрязнения площадью 36,7 км<sup>2</sup>.

Углекислородфиксирующие бактерии обнаружены в пробах на 55 из 61 обследованной станции, их численность доходила на отдельных станциях до 10 тыс. кл/мл. Целлюлозоразрушающие бактерии были отмечены в пробах на 39 из 61 отобранной станции.

**Фитопланктон.** По численности фитопланктона площадь зоны загрязнения в марте 2015 г. составила 4,0 км<sup>2</sup>, что в 1,6 раза ниже, чем в 2014 г. (6,3 км<sup>2</sup>) при увеличении численности в ней в 2,2 раза (486 против 220 тыс. кл/л – в 2014 г.). На фоновых станциях численность фитопланктона была в 3,3 раза ниже, чем в зоне загрязнения. В пределах малого полигона зона загрязнения состояла из двух пятен, расположенных в западном (на расстоянии 1,8 км от выпуска коммунальных стоков города) и северо-восточном (на 2,7 км) направлениях от выпуска. В пределах большого полигона зона загрязнения площадью 14 км<sup>2</sup> располагалась вдоль береговой линии в западной и площадью 6 км<sup>2</sup> в северной частях полигона на расстоянии 14 км и 9 км соответственно. В восточном направлении в районе Хара-Муринской банки было отмечено пятно загрязнения площадью 25 км<sup>2</sup>.

Видовое разнообразие фитопланктона было представлено 16–54 видами. В составе альгоценоза на большинстве станций лидирующее положение занимали зеленые *Koliella longiseta* и *Monoraphidium pseudomirabile* – обе до 44 %, третью позицию занимала диатомовая водоросль *Synedra acus* – до 27 % от общей численности фитопланктона.

По численности фитопланктона площадь зоны загрязнения в июне 2015 г. составила 8,6 км<sup>2</sup>, оставаясь на уровне значений 2014 г., при увеличении в ней численности в 1,3 раза в сравнении с 2014 г. На фоновых станциях численность фитопланктона была в 2 раза ниже, чем в зоне загрязнения (602 тыс. кл/л против 1272 тыс. кл/л). В пределах малого полигона зона загрязнения распространялась в западном, восточном и северном направлениях на расстоянии 1,8–2,7 км от выпуска коммунальных стоков города. В пределах большого полигона зона загрязнения площадью 7,5 км<sup>2</sup> располагалась в его западной части, в северной части полигона на расстоянии 8 км от выпуска коммунальных стоков города наблюдалась зона загрязнения площадью 8,9 км<sup>2</sup>. В восточном направлении на расстоянии 12 км в районе Хара-Муринской банки было отмечено пятно загрязнения площадью 18 км<sup>2</sup>.

Видовое разнообразие фитопланктона было представлено 11–28 видами. В составе альгоценоза на всех станциях лидирующее положение занимала диатомовая водоросль *Synedra acus* – до 89 % от общей численности фитопланктона. Второе место по численности занимала золотистая водоросль *Dinobryon cylindricum* составляя до 18 % от общей численности фитопланктона.

По численности фитопланктона площадь зоны загрязнения в сентябре 2015 г. составила 2,4 км<sup>2</sup>, при численности 84 тыс. кл/л. На фоновых станциях численность фитопланктона была в 2 раза ниже, чем в зоне загрязнения. В пределах малого полигона зона загрязнения непосредственно примыкала к месту выпуска коммунальных стоков города и была вытянута в восточном (на 2,5 км) направлении от выпуска. В пределах большого полигона в восточном направлении было отмечено пятно загрязнения площадью 15,7 км<sup>2</sup>, расположенное в 12 км от места выпуска коммунальных стоков города.

Видовое разнообразие фитопланктона было представлено 11–31 видами. В составе альгоценоза на большинстве станций лидирующее положение занимали зеленая *Monoraphidium pseudomirabile* – до 63 %, золотистая *Chrysochromulina parva* – до 40 % и криптофитовая водоросль *Rhodomonas pusilla*, составляя до 26 % от численности фитопланктона.

В половине отобранных в этот период проб зоопланктона была обнаружена зеленая водоросль рода *Spirogyra Link.* Особенно многочисленные нити спирогиры встречались на прибрежных станциях, находящихся западнее места сброса коммунальных стоков города. В то же время в пробах фитопланктона были отмечены единичные разрушенные клетки спирогиры на станциях, отобранных северо-восточнее места сброса.

**Зоопланктон.** По зоопланктону в марте размер зоны загрязнения, определенной по биомассе эпишуры, в сравнении с 2014 г. увеличился в 1,8 раза: 25,3 км<sup>2</sup> в 2015 г., 14,5 км<sup>2</sup> в 2014 г. Биомасса эпишуры в зоне влияния коммунальных стоков была в 7 раз ниже, чем в незагрязненной части озера, составляя 10 мг/м<sup>3</sup> (в 2014 г. – 18 мг/м<sup>3</sup>). В пределах малого полигона зона загрязнения располагалась в прибрежной и открытой частях озера, распространяясь в западном и восточном направлениях на расстоянии 2 км и 1 км соответственно. В пределах большого полигона в его западной части наблюдалось пятно загрязнения площадью 33 км<sup>2</sup>, которое располагалась вдоль береговой линии и охватывало значительную часть глубоководной части исследованного полигона. В восточной части полигона на расстоянии 8 км от места выпуска стоков наблюдалось пятно загрязнения площадью 5 км<sup>2</sup>.

В июне 2015 г. размер зоны загрязнения, определенной по биомассе эпишуры, в сравнении с июнем 2014 г. уменьшился в 2 раза, составляя 9,8 км<sup>2</sup>. Биомасса эпишуры в зоне влияния коммунальных стоков была в 5 раз ниже, чем в незагрязненной части озера (12 мг/м<sup>3</sup> против 63 мг/м<sup>3</sup>). В пределах малого полигона зона загрязнения распространялась в западном и северном направлениях на площади 5,8 км<sup>2</sup>, в северо-восточной части полигона было обнаружено пятно загрязнения площадью 3,3 км<sup>2</sup>, которое находилось на расстоянии 2,8 км от места выпуска. В пределах большого полигона зона низкого значения биомассы эпишуры располагалась в западной части полигона на площади 7,5 и 4,1 км<sup>2</sup>, в центральной части на площади 19 км<sup>2</sup>, в восточном направлении в районе Хара-Муринской банки зона составляла 24,7 км<sup>2</sup>.

В сентябре 2015 г. размер зоны загрязнения, определенной по биомассе эпишуры, составил 7,1 км<sup>2</sup>. Биомасса эпишуры в зоне влияния коммунальных стоков была в 3 раза ниже, чем в незагрязненной части озера (80 мг/м<sup>3</sup> против 433 мг/м<sup>3</sup>). В пределах малого полигона зона загрязнения располагалась в прибрежной части у места сбросов коммунальных стоков города, распространяясь в западном направлении на 3,6 км. В пределах большого полигона пятна загрязнения площадью 22,4 км<sup>2</sup> наблюдались в западной части, и площадью 19 км<sup>2</sup> в северной части полигона, они располагались в 10 и 15 км от места выпуска коммунальных стоков.

**Бактериобентос.** Площадь зоны загрязнения донных отложений по бактериобентосу в 2015 г. осталась на уровне 2014 г. – 5,0 км<sup>2</sup>. Численность гетеротрофных бактерий в ней равнялась 27 тыс. кл/г вл. ила и была в 5 раз выше, чем в фоновом районе (в сравнении с 2014 г. – 15 тыс. кл/г вл. ила против 0,8 тыс. кл/г вл. ила соответственно). Зона загрязнения донных отложений состояла из двух участков, один из которых располагался непосредственно у места выпуска коммунальных сточных вод и был вытянут вдоль береговой линии в восточном направлении на 3 км, второй наблюдался в западном направлении на расстоянии 1,8 км от места сброса стоков. В 2015 г. зона загрязнения донных отложений была такой же, как в 2014 г., однако численность гетеротрофов в ней увеличилась в 1,8 раза.

Углекислородокисляющие бактерии в донных отложениях были отмечены на 16 из 28 отобранных станций, их численность на отдельных станциях доходила до 100 тыс. кл/г. Целлюлозоразрушающие бактерии были отмечены в пробах на всех станциях, а фенолоксиляющие не обнаружены.

1.1 Площадь зоны загрязнения донных отложений по бактериобентосу в сентябре 2015 г. составила 2,1 км<sup>2</sup>. Численность гетеротрофных бактерий в ней равнялась 52 тыс. кл/г вл. ила и была в 10 раз выше, чем в фоновом районе. Зона загрязнения донных отложений состояла из двух участков, один из которых примыкал к месту выпуска коммунальных сточных вод, второй наблюдался на расстоянии 1,2 км на север от места сброса стоков.

Углекислородокисляющие бактерии в донных отложениях были отмечены на 18 из 29 отобранных станций, их численность на отдельных станциях доходила до 100 тыс. кл/г вл. ила. Фенолоксиляющие бактерии отмечены на 10, а целлюлозоразрушающие на 15 из 29 отобранных станций.

**Зообентос.** Отбор проб зообентоса проводился с глубин 18–160 м на участке, подверженном воздействию коммунальных стоков г. Байкальск. Донные отложения были представлены в основном крупноалевритовыми илами с примесью растительного детрита. На обследованной территории было обнаружено 8 таксономических групп беспозвоночных

Средняя численность зообентоса составила 5354 экз./м<sup>2</sup>, а биомасса – 12 г/м<sup>2</sup>.

Доминирующее положение по численности – 38 % при минимальной биомассе 0,2 % от общей численности зообентоса занимали нематоды. Вторыми были амфиподы – 28 и 31 % соответственно. Третье место занимали олигохеты – 23 % от численности при максимальном значении биомассы 35 %. Величина олигохетного индекса равнялась 21 %, что характеризует исследованный участок озера, как «относительно чистый».

В последний раз в аналогичный сезон (март) съемка была проведена в 2013 г. Средняя численность зообентоса в этот период составила 11201 экз./м<sup>2</sup>, а биомасса 13 г/м<sup>2</sup>, олигохетный индекс равнялся 53 %. Сравнение результатов двух съемок свидетельствует, что общая численность зообентоса в 2015 г. уменьшилась в 2 раза, а биомасса осталась без изменений – 13 г/м<sup>2</sup>. Впервые за последние 20 лет наблюдалось снижение олигохетного индекса в 2015 г. до 21 %.

Средняя численность и биомасса моллюсков в 2015 г. составила 459 экз./м<sup>2</sup> и 4,2 г/м<sup>2</sup> (в 2013 г. – 715 экз./м<sup>2</sup> и 4,7 г/м<sup>2</sup> соответственно).

Моллюски были отмечены на 18 из 35 отобранных станций. Наиболее часто встречались представители рода *Valcalia*.

### Гидробиологические наблюдения в районе Северного Байкала

Гидробиологические наблюдения в районе трассы БАМ были проведены в два сезона: летом с 29 июня по 2 июля, осенью 17–21 сентября. В водной толще контролировались три группы гидробионтов: бактерио-, фито-, зоопланктон. В донных отложениях проводились наблюдения за состоянием микрофлоры и зообентоса.

Отбор проб планктона и бентоса осуществлялся в прибрежном, 1 км по ширине, районе озера на 17 станциях, расположенных на участке от мыса Котельниковский до устья р. Томпуда совместно с гидрохимическим и геохимическим контролем. Для сравнения отбирались пробы планктона на четырех реперных станциях центрального разреза через северный Байкал. На микробиологический анализ отбирались также пробы из поверхностного горизонта водной толщи в нижнем течении пяти северных рек: Рель, Тья, Кичера, Верхняя Ангара и Томпуда.

Обобщенные количественные характеристики гидробиологических показателей за 2014 и 2015 гг. приведены в таблице 1.1.1.4.2.

**Бактериопланктон.** Анализ результатов наблюдений 2014 и 2015 гг. за количественным развитием бактериопланктона показал, что в 2015 г. во все сезоны наблюдений численность гетеротрофов была в 3 раза ниже, чем в 2014 г. Наиболее загрязненной в весенне-летний период являлось западное побережье. Численность гетеротрофных бактерий здесь была в 1,6–3,2 раза выше, чем в восточной прибрежной зоне.

Таблица 1.1.1.4.2

**Количественные характеристики гидробионтов в районе Северного Байкала по результатам съемок 2014 и 2015 гг. (в числителе – пределы, в знаменателе – среднее значение)**

| Группы гидробионтов                                | Время съемки     | В целом за съемку          | Западный берег             | Восточный берег           | Центральная часть озера |
|--|------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|-------------------------|
| Бактериопланктон, численность гетеротрофов, кл/мл  | июль 2014 г.     | $\frac{26-2200}{1094}$     | $\frac{853-2200}{1334}$    | $\frac{26-1275}{621}$     | $\frac{82-2152}{787}$   |
|  | сентябрь 2014 г. | $\frac{17-1366}{301}$      | $\frac{82-1175}{248}$      | $\frac{17-1366}{496}$     | $\frac{43-626}{264}$    |
|  | июль 2015 г.     | $\frac{4-1359}{351}$       | $\frac{20-1359}{458}$      | $\frac{33-547}{281}$      | $\frac{4-161}{72}$      |
|  | сентябрь 2015 г. | $\frac{20-206}{101}$       | $\frac{68-206}{114}$       | $\frac{20-54}{36}$        | $\frac{89-149}{124}$    |
| Фитопланктон, численность, тыс. кл/л               | июль 2014 г.     | $\frac{144-3252}{1433}$    | $\frac{490-3252}{1658}$    | $\frac{855-1882}{1346}$   | $\frac{144-2209}{789}$  |
|  | сентябрь 2014 г. | $\frac{285-2080}{806}$     | $\frac{331-1389}{841}$     | $\frac{285-587}{352}$     | $\frac{311-2080}{1128}$ |
|  | июль 2015 г.     | $\frac{160-5213}{1588}$    | $\frac{170-2596}{1454}$    | $\frac{353-5213}{2574}$   | $\frac{160-3483}{1035}$ |
|  | сентябрь 2015 г. | $\frac{120-287}{195}$      | $\frac{168-287}{215}$      | $\frac{140-233}{179}$     | $\frac{120-172}{144}$   |
| биомасса, мг/м <sup>3</sup>                        | июль 2014 г.     | $\frac{33-369}{179}$       | $\frac{89-369}{201}$       | $\frac{81-236}{193}$      | $\frac{33-256}{93}$     |
|  | сентябрь 2014 г. | $\frac{56-326}{158}$       | $\frac{77-326}{186}$       | $\frac{64-152}{106}$      | $\frac{56-163}{130}$    |
|  | июль 2015 г.     | $\frac{36-1151}{388}$      | $\frac{36-647}{273}$       | $\frac{141-1151}{802}$    | $\frac{58-702}{351}$    |
|  | сентябрь 2015 г. | $\frac{187-441}{306}$      | $\frac{253-441}{326}$      | $\frac{227-369}{300}$     | $\frac{187-345}{244}$   |
| Зоопланктон, численность, тыс. экз./м <sup>3</sup> | июль 2014 г.     | $\frac{10-103}{46}$        | $\frac{14-103}{53}$        | $\frac{10-80}{38}$        | $\frac{18-39}{31}$      |
|  | сентябрь 2014 г. | $\frac{0,6-17}{8}$         | $\frac{3-17}{10}$          | $\frac{0,6-3}{2}$         | $\frac{4-10}{8}$        |
|  | июль 2015 г.     | $\frac{0,03-21}{6}$        | $\frac{0,03-21}{7}$        | $\frac{2-9}{5}$           | $\frac{2-11}{5}$        |
|  | сентябрь 2015 г. | $\frac{5-39}{20}$          | $\frac{5-36}{16}$          | $\frac{11-35}{25}$        | $\frac{10-39}{25}$      |
| биомасса, мг/м <sup>3</sup>                        | июль 2014 г.     | $\frac{162-1568}{578}$     | $\frac{219-1568}{625}$     | $\frac{162-1015}{523}$    | $\frac{241-600}{478}$   |
|  | сентябрь 2014 г. | $\frac{9-746}{220}$        | $\frac{22-746}{299}$       | $\frac{9-104}{45}$        | $\frac{94-201}{159}$    |
|  | июль 2015 г.     | $\frac{0,3-335}{105}$      | $\frac{0,3-335}{125}$      | $\frac{14-137}{68}$       | $\frac{17-180}{74}$     |
|  | сентябрь 2015 г. | $\frac{19-427}{178}$       | $\frac{19-388}{156}$       | $\frac{130-427}{253}$     | $\frac{97-281}{176}$    |
| Бактериобентос, тыс. кл/г вл. ила                  | июль 2014 г.     | $\frac{1,5-52}{18}$        | $\frac{1,5-52}{20}$        | $\frac{6-20}{11}$         |                         |
|  | сентябрь 2014 г. | $\frac{9-111}{31}$         | $\frac{9-111}{33}$         | $\frac{12-39}{24}$        |                         |
|  | июль 2015 г.     | $\frac{1,1-50}{15}$        | $\frac{1,7-50}{17}$        | $\frac{1,1-22}{11}$       |                         |
|  | сентябрь 2015 г. | $\frac{6-68}{25}$          | $\frac{11-42}{21}$         | $\frac{6-68}{38}$         |                         |
| Зообентос, численность, экз./м <sup>2</sup>        | сентябрь 2014 г. | $\frac{1200-62200}{10739}$ | $\frac{5000-62200}{11789}$ | $\frac{1200-10920}{7950}$ |                         |
|  | сентябрь 2015 г. | $\frac{1600-11280}{2805}$  | $\frac{160-5320}{1932}$    | $\frac{400-10160}{5640}$  |                         |
| биомасса, г/м <sup>2</sup>                         | сентябрь 2014 г. | $\frac{1,2-44}{12}$        | $\frac{1,2-44}{14}$        | $\frac{1,5-11}{6}$        |                         |
|  | сентябрь 2015 г. | $\frac{0,08-29}{5}$        | $\frac{0,08-29}{4}$        | $\frac{0,5-28}{8}$        |                         |

1.1 В июле 2015 г. средняя численность гетеротрофов была максимальной у западного берега – 458 кл/мл, что в 1,6 раза выше, чем у восточного берега (281 кл/мл). В центральной части озера численность гетеротрофов равнялась 72 кл/мл. Численность углеводородокисляющих бактерий у западного и восточного берега была одинакова, составляя 100 кл/мл. На станциях в центральной части озера численность углеводородокисляющих бактерий составляла 10 кл/мл.

В сентябре 2015 г. средняя численность гетеротрофов в исследованном районе озера была в 3,5 раза ниже в сравнении с июлем и равнялась 101 кл/мл. Максимальное значение средней численности гетеротрофов так же как в июле отмечалось в западной прибрежной зоне (114 кл/мл). В сентябре 2014 г. наиболее загрязненной была восточная прибрежная зона, где численность гетеротрофов была 496 кл/мл.

В сентябре средняя численность углеводородокисляющих бактерий была повсеместно низкой, изменяясь в пределах 0–100 кл/мл, при среднем значении 10 кл/мл, что на порядок ниже летних значений

Фенолоксиляющие бактерии в летнюю и осеннюю съемки 2015 г. на контролируемом полигоне не обнаружены.

Исследования, проведенные в июле в устьях пяти северных рек, свидетельствовали, что наиболее загрязненной по микробиологическим характеристикам была р. Кичера, численность гетеротрофов здесь составляла 850 кл/мл. В водах рек Тья и Томпуда наблюдалось самое высокое содержание углеводородокисляющих бактерий – 10 тыс. кл/мл.

Осенью из пяти северных рек самыми загрязненными по микробиологическим характеристикам были воды рек Тья и Верхняя Ангара, численность гетеротрофов здесь составляла 826 и 654 кл/мл соответственно. В водах этих рек было также высоким содержание углеводородокисляющих бактерий до 10 тыс. кл/мл.

**Бактериобентос.** Контроль состояния донных отложений по микрофлоре проводился на глубинах 20–250 м из верхнего 2 см слоя донных отложений.

Средняя численность гетеротрофов в июле 2015 г. составляла 15 тыс. кл/г вл. ила и была на уровне значений июля 2014 г. (18 тыс. кл/г вл. ила). У западного берега этот показатель составлял 17 тыс. кл/г вл. ила и был 1,5 раза выше, чем в восточной прибрежной зоне – 11 тыс. кл/г вл. ила. Численность углеводородокисляющих бактерий в западном прибрежном районе на отдельных станциях доходила до 10 тыс. кл/г вл. ила, в восточной прибрежной зоне этот показатель был на порядок ниже. Фенолоксиляющие бактерии были обнаружены в пробах на 10, из 17 отобранных станций, в основном, расположенных вдоль западного берега. Их численность составляла 0,07 тыс. кл/г вл. ила.

В сентябре 2015 г. средняя численность гетеротрофов была в 1,7 раза выше, чем в июле и составила 25 тыс. кл/г вл. ила. В восточной прибрежной зоне средняя численность гетеротрофов равнялась 38 тыс. кл/г вл. ила, т.е. была в 1,8 раза выше, чем в западной прибрежной зоне (21 тыс. кл/г вл. ила).

Углеводородокисляющие бактерии были отмечены повсеместно, их средняя численность составляла 10 тыс. кл/г вл. ила.

Фенолоксиляющие бактерии были обнаружены на 12 исследованных станциях, в интервале численности от 0,1 до 10 тыс. кл/г вл. ила, при среднем значении 0,1 тыс. кл/г вл. ила.

**Фитопланктон.** В исследованном районе озера за два периода наблюдений средние значения численности и биомассы фитопланктона равнялись 891 тыс. кл/л и 347 мг/м<sup>3</sup>. Численность была в 1,3 раза ниже, а биомасса в 2 раза выше, чем в 2014 г.

Летом численность и биомасса фитопланктона в восточной прибрежной зоне были 1,8 и 2,9 раза выше, чем у западного берега, составляя 2574 тыс. кл/л и 802 мг/м<sup>3</sup>, соответственно. В центральной части озера численность фитопланктона в сравнении с другими исследован-

ными районами оставалась наименьшей и равнялась 1035 тыс. кл/л, а самая низкая биомасса (273 мг/м<sup>3</sup>) отмечалась в западной прибрежной зоне.

Альгоценоз северной части озера был представлен 145 видами водорослей. Основу доминантного комплекса составляли обычные для Байкала виды водорослей, массово развивавшиеся на всей обследованной территории: золотистая водоросль *Chrysochromulina parva* с массовой долей до 54 %, криптофитовая *Rhodomonas pusilla* – до 39 %, которые наблюдались в пробах на 19 и 20 из 21 отобранной станции соответственно. Значительную численность составляли зеленые *Koliella longiseta* – до 41 % и *Monoraphidium pseudomirabile* – до 35 %.

В пробах фитопланктона, отобранных возле устьевых участков рек Рель, Тья и порта Северобайкальск отмечались многочисленные колонии пикопланктонных водорослей рр. *Cyanodictyon*, *Synechocystis*, которые не учитывались в просчете из-за мелких размеров.

Осенью произошло уменьшение средней численности фитопланктона в сравнении с летом в 8 раз до 195 тыс. кл/л, а биомасса осталась на уровне летних значений, составив 306 мг/м<sup>3</sup>. Наибольшее развитие фитопланктона наблюдалось в западной прибрежной зоне озера, где его численность равнялась 215 тыс. кл/л, а биомасса – 326 мг/м<sup>3</sup>. Наименьшие значения численности и биомассы отмечались в центральной части озера, составляя 144 тыс. кл/л и 244 мг/м<sup>3</sup> соответственно.

Осенью альгоценоз был представлен 51 видом водорослей. Доминантный комплекс водорослей в сентябре был аналогичен июльской съемке. Лидировали криптофитовая водоросль *Rhodomonas pusilla* до 56 % от общей численности фитопланктона, золотистая водоросль *Chrysochromulina parva* до 25 % и зеленая *Monoraphidium pseudomirabile* до 12 %, которые наблюдались в пробах, отобранных на всех станциях.

На станциях, расположенных в северо-восточной части полигона эпизодически отмечались сине-зеленые *Anabaena flos-aquae* (до 8 %) и зеленые колониальные водоросли *Dictyosphaerium pulchellum* (до 6 %).

**Зоопланктон.** В составе зоопланктона за два сезона наблюдений 2015 г. средние значения общей численности и биомассы составляли 13 тыс. экз./м<sup>3</sup> и 141 мг/м<sup>3</sup>, что в 2,3 и 2,9 раза выше, чем в 2014 г.

В июле по численности и биомассе доминировали группы Calanoida, где преобладал веслоногий рачок *Epischura baicalensis*. Среднее значение численности и биомассы зоопланктона равнялось 6 тыс. экз./м<sup>3</sup> и 105 мг/м<sup>3</sup> соответственно. Наиболее высокие значения численности и биомассы зоопланктона были отмечены в западной прибрежной зоне 7 тыс. экз./м<sup>3</sup> и 125 мг/м<sup>3</sup>, соответственно.

Осенью в зоопланктонном сообществе содоминировали по численности группы Rotifera и Calanoida. Среди Rotifera были многочисленны коловратки *Conochilus unicornis*, *Keratella quadrata*, *Kellicottia longispina*, *Filinia terminalis*, а среди Calanoida, как и летом, преобладали веслоногие рачки *Epischura baicalensis*. Средние показатели численности и биомассы увеличились в сравнении с летом в 3,3 и 1,7 раза и составили 20 тыс. экз./м<sup>3</sup> и 178 мг/м<sup>3</sup> соответственно. Наиболее высокими эти показатели были в восточной прибрежной зоне и центральной части озера, где их значения равнялись 25 тыс. экз./м<sup>3</sup> и 253 мг/м<sup>3</sup>, 25 тыс. экз./м<sup>3</sup> и 176 мг/м<sup>3</sup>. Самыми низкими численность и биомасса оставались на станциях, расположенных в западной прибрежной зоне, – 16 тыс. экз./м<sup>3</sup> и 156 мг/м<sup>3</sup>.

**Зообентос.** В 2015 г. выполнена одна плановая съемка в сентябре. Донные отложения были представлены глинистыми и алевроитовыми илами с примесью растительного детрита. Отбор проб проводился с глубин 13–220 м.

В составе зообентоса в обследованном районе обнаружено 7 таксономических групп: хирономиды, олигохеты, амфиподы, моллюски, нематоды, турбеллярии, полихеты. Наибольшие значения численности и биомассы зообентоса отмечались на глубинах до 100 м, наименьшие на глубоководных станциях (таблица 1.1.1.4.3). В 2015 г. средняя численность

и биомасса зообентоса составляли 2805 экз./м<sup>2</sup> и 5 мг/м<sup>2</sup>, и были ниже в 3,8 и 2,4 раза, чем в 2014 г.

В литорали наиболее высокой была численность и биомасса олигохет, составляя 60 и 72 % от общей численности и биомассы соответственно. Вторыми по численности были нематоды – 19 %, а по биомассе амфиподы – 20 %. В супраабиссали по численности и биомассе так же доминировали олигохеты 62 и 52 % соответственно, вторыми по численности были нематоды – 18 %, а по биомассе моллюски – 35 % (таблица 1.1.1.4.3).

Среднее значение олигохетного индекса равнялось 67 %, оставаясь на уровне 2014 г. (68 %). В западной прибрежной зоне олигохетный индекс составил 70 %, что выше, чем в восточной прибрежной зоне (61 %). Такие значения олигохетного индекса свидетельствуют о загрязнении всего исследованного района озера.

Таблица 1.1.1.4.3

**Средние значения численности (числитель) и биомассы (знаменатель) (экз./м<sup>2</sup>, г/м<sup>2</sup>) зообентоса по зонам на Северном Байкале**

| Зона, глубина (м),<br>(количество станций) | Год, месяц     | Группы          |                |               |               |               |                  | Всего |               |
|--|----------------|-----------------|----------------|---------------|---------------|---------------|------------------|-------|---------------|
|  |                | Хиро-<br>номиды | Олиго-<br>хеты | Амфи-<br>поды | Мол-<br>люски | Нема-<br>тоды | Турбел-<br>лярии |       | Поли-<br>хеты |
| Литораль–сублитораль,<br>13–70 м (6)       | 2015, сентябрь | 380             | 2387           | 227           | 60            | 747           | 7                | 160   | 3968          |
|  |                | 0,15            | 2,1            | 0,6           | 0,08          | 0             | 0                | 0,02  | 2,95          |
|  |                | 9,6             | 60             | 5,7           | 1,5           | 19            | 0,2              | 4     | 100           |
|  |                | 5               | 72             | 20            | 2,5           | 0             | 0                | 0,5   | 100           |
| Супраабиссаль,<br>80–220 м (11)            | 2015, сентябрь | 138             | 1349           | 156           | 55            | 400           | 0                | 66    | 2164          |
|  |                | 0,01            | 3,1            | 0,7           | 2,1           | 0             | 0                | 0,01  | 5,9           |
|  |                | 6,5             | 62             | 7             | 2,5           | 19            | 0                | 3     | 100           |
|  |                | 0,5             | 52             | 12            | 35            | 0             | 0                | 0,5   | 100           |

**Примечание.** При подсчете средних значений учитывались все станции.

Численность и биомасса (5640 экз./м<sup>2</sup>, 8 мг/м<sup>2</sup>) зообентоса в восточной прибрежной зоне превышали аналогичные значения в западной прибрежной зоне (1932 экз./м<sup>2</sup>, 4 мг/м<sup>2</sup>).

В исследованном районе озера обнаружено 19 видов амфипод. Наиболее часто встречались гаммариды родов *Asprogammaus* (до 51 % численности амфипод) и *Micrurorus* (до 17 %). В сравнении с многолетними данными в 2015 г. отмечено снижение количественного и качественного состава ракообразных.

В 2015 г. моллюски обнаружены на 8 из 17 отобранных станций (47 %), в 2014 г. встречаемость моллюсков составила 53 %. Малакофауна представлена двумя классами – *Gastropoda* и *Bivalvia*. Наиболее многочисленны, как и прежде, были представители класса *Bivalvia*, их суммарная численность равнялась 840 экз./м<sup>2</sup>, что составляет 88 % от общего количества обнаруженных моллюсков. Количество моллюсков, обнаруженных на исследованном полигоне в 2015 г., уменьшилось в 2 раза и было равно 960 экз./м<sup>2</sup>. В 2014 г. эта величина равнялась 2080 экз./м<sup>2</sup>.

### Гидробиологические наблюдения в районе Селенгинского мелководья

В сентябре 2015 г. проведены комплексные исследования состояния водной толщи и донных отложений Селенгинского мелководья по бактерио-, фито-, зоопланктону, бактерио- и зообентосу.

Было отобрано 12 проб воды и донных отложений на станциях, расположенных в 2–3 км прибрежной зоне на глубинах 16–48 м. Одновременно были отобраны пробы зообентоса для определения ПАУ в гидробионтах.

**Бактериопланктон.** В 2015 г. в поверхностном слое воды определяли численность гетеротрофных, фенол-, углеводородокисляющих бактерий. Численность гетеротрофов изменя-

лась от 31 до 465 кл/мл, при среднем значении 167 кл/мл, что ниже, чем в 2014 г. (214 кл/мл). Максимальное значение численности гетеротрофов в водной толще 465 кл/мл наблюдалось на участке, расположенном в северной части Селенгинского мелководья между протоками Дологан и Кривая. Высокая численность гетеротрофов – 331 и 362 кл/мл – была отмечена на станциях, расположенных в южной части Селенгинского мелководья напротив залива Сор, минимальные (31 кл/мл) – севернее протоки Усть-Харауз. Средняя численность углеводородоокисляющих бактерий равнялась 10 кл/мл, на отдельных станциях, расположенных напротив протоки Усть-Харауз она была на порядок выше, составив 100 кл/мл. Фенолоксиляющие бактерии отмечены только на станциях, расположенных напротив залива Сор.

По сравнению с предыдущим годом в донных отложениях в 2015 г. произошло уменьшение численности гетеротрофов в 1,7 раза, их среднее значение составило 23 тыс. кл/г вл. ила, достигая максимального развития 37 тыс. кл/г вл. ила на участке стокового выноса протоки Усть-Харауз. Здесь же наблюдалось максимальное развитие углеводородоокисляющих 10 тыс. кл/г вл. ила и фенолоксиляющих 1,8 тыс. кл/г вл. ила бактерий.

**Фитопланктон.** По фитопланктону общая численность изменялась от 543 до 4293 тыс. кл/л, при среднем значении 1259 тыс. кл/л, а биомасса была в пределах 76–2468 мг/м<sup>3</sup>, при средней величине 512 мг/м<sup>3</sup>. По сравнению с 2014 г. численность фитопланктона уменьшилась в 1,2 раза, а биомасса увеличилась в 1,9 раза. Максимальная численность и биомасса фитопланктона отмечались на участке, расположенном южнее протоки Кривая (4293 тыс. кл/л, 2468 мг/м<sup>3</sup>), минимальные (543 тыс. кл/л, 76 мг/м<sup>3</sup>) – напротив протоки Промой.

Альгоценоз Селенгинского мелководья был представлен 204 таксонами рангом ниже рода, относящимся к 7 отделам: диатомовые – 108, зеленые – 60, золотистые – 13, сине-зеленые – 9, динофитовые – 6, криптофитовые – 5, эвгленовые – 3. Во всех пробах были отмечены колонии пикопланктонных прокариот, которые не учитывались в просчете из-за мелких размеров. Особенно многочисленными колонии были в районе стокового выноса протоки Усть-Харауз.

Доминирующее положение на всех исследованных станциях занимали криптофитовая *Rhodomonas pusilla* до 56 % от общей численности фитопланктона и золотистая водоросль *Chrysochromulina parva* до 25 %. В половине отобранных проб наблюдались мелкие центрические диатомеи pp. *Cyclotella* и *Stephanodiscus*, их развитие было особенно многочисленным на станциях с максимальной численностью и биомассой фитопланктона. На отдельных станциях всего полигона отмечались зеленые *Monoraphidium pseudomirabile* (до 11 %) и *Dicthyosphaerium subsolitaria* до 15 % от численности.

В северной части Селенгинского мелководья в районе стокового выноса протоки Кривая была обнаружена зеленая нитчатая водоросль рода *Spirogyra*.

В пробах зоопланктона, отобранных в южной части Селенгинского мелководья так же были обнаружены единичные нити спирогиры.

**Зоопланктон.** По зоопланктону общая численность изменялась от 0,3 до 6 тыс. экз./м<sup>3</sup>, при среднем значении 4 тыс. экз./м<sup>3</sup>, а биомасса была в пределах 2–81 мг/м<sup>3</sup>, при средней величине 38 мг/м<sup>3</sup>, что в 2 раза ниже, чем в 2014 г. Численность и биомасса зоопланктона достигали максимальных значений на участке, расположенном в районе залива Сор, минимальных – напротив протоки Прорва.

В составе зоопланктона доминировали группы: Calanoida, в которой преобладал веслоногий рачок *Epischura baicalensis* Rotifera, где были многочисленны коловратки *Keratella quadrata*, *Kellicottia longispina*, *Filinia terminalis* и Cladocera, где преобладал ветвистоусый рачок *Bosmina longirostris*.

**Зообентос.** Было отобрано 12 проб бентоса с глубин 16–48 м. Донные отложения представлены алевритовыми илами с примесью растительного детрита.

В составе зообентоса обнаружено 7 таксономических групп: олигохеты, хирономиды, амфиподы, моллюски, нематоды, турбеллярии, полихеты. По численности и биомассе доминировали олигохеты, они составляли 45 % от численности и 63 % от биомассы. Вторыми по численности были нематоды, а по биомассе – амфиподы, обе группы составляли по 28 % от общей численности бентоса.

Численность зообентоса изменялась в пределах от 1 тыс. до 31,4 тыс. экз/м<sup>2</sup>, биомасса – от 0,5 до 35 мг/м<sup>2</sup>, достигая максимального значения в районе протоки Прорва. Олигохетный индекс в районе Селенгинского мелководья изменялся от 21 до 62 %, при среднем значении 35 %, что в 1,7 раза ниже, чем в 2014 г. и позволяет характеризовать этот район как «слабо загрязненный».

## Выводы

1. Анализ гидробиологических характеристик за 2015 г. свидетельствует о некотором снижении антропогенного загрязнения воды озера в районе выпуска коммунальных стоков г. Байкальска в подледный и весенний периоды. В донных отложениях площадь зоны загрязнения осталась на уровне значений 2014 г., однако численность гетеротрофов в ней возросла. Сохраняется угнетение развития зоопланктона в зоне загрязнения в подледный период. В сентябре в половине отобранных в прибрежной зоне проб зоопланктона была обнаружена зеленая водоросль рода *Spirogyra*, что указывает на «цветение воды» в этом районе.

Впервые за последние 20 лет наблюдалось снижение олигохетного индекса до 21 %, что позволяет охарактеризовать участок дна озера по показателю зообентоса, как «относительно чистый», однако этот вывод требует дальнейших наблюдений.

2. В районе Северного Байкала данные по численности бактерио- и фитопланктона показали, что развитие этих групп планктона в различные сезоны наблюдений отмечалось как в западной и восточной прибрежных зонах.

Наиболее загрязненными по микробиологическим показателям были воды рек Тья, Кичера, Верхняя Ангара. В водах этих рек наблюдалось также высокое содержание углерододокисляющих бактерий.

В различные сезоны наблюдений донные отложения были загрязнены как в западной, так и в восточной прибрежной зоне.

3. В июле 2015 г. в зоопланктонных пробах, отобранных вдоль западной прибрежной зоны, регистрировалась зеленая нитчатая водоросль – обитатель обрастаний *Spirogyra sp.*, нетипичная для открытого Байкала. У восточного берега спирогира наблюдалась на станции, расположенной возле мыса Хакусы (ранее этот район был выбран фоновым).

В составе зообентоса в сравнении с многолетними данными в 2015 г. отмечено снижение количественного и качественного состава ракообразных. В сравнении с 2014 г. количество обнаруженных моллюсков уменьшилось в 2 раза.

В 2015 г. наблюдалось уменьшение численности в 4 и биомассы зообентоса в 2 раза. Величина олигохетного индекса – 67 %, позволяет отнести описываемый район озера к «загрязненному».

4. В районе Селенгинского мелководья анализ результатов гидробиологической съемки поверхностного слоя водной толщи свидетельствует о продолжающемся поступлении легкоокисляемого органического вещества с водами р. Селенга. В донных отложениях наблюдается относительная стабилизация процессов накопления органического вещества. Величина олигохетного индекса позволят отнести исследованный район озера к «слабо загрязненному», но не свидетельствует о коренном улучшении ситуации в этом районе озера.