
Математическое моделирование трансформации биогенных веществ и биопродуктивность экосистемы Белого моря

Леонов А. В.

*Институт океанологии им. П. П. Shirshova РАН, Нахимовский пр. 36,
Москва, 117997, Россия
e-mail: leonov@ocean.ru*

Филатов Н. Н., Чичерина О. В.

*Институт водных проблем севера, Пушкинская ул. 11, Петрозаводск,
185910, Россия*

Для девяти районов Белого моря собраны и систематизированы данные по температуре, освещенности, прозрачности водной среды, водному режиму, биогенной нагрузке. Перенос (расходы воды) за счет водообмена через границы районов был оценен с помощью гидродинамической модели. Принимались условия «пониженного» переноса, при котором более отчетливо выявляется влияние динамики вод на поведение морской экосистемы. Задача исследования состояла в количественной характеристике условий трансформации органических и минеральных биогенных веществ (БВ) в губе Чупа в сравнении с другими заливами Белого моря. Оценено поступление БВ в акваторию губы Чупа (с атмосферными осадками, речным стоком, с водами Кандалакшского залива). Представлены и обсуждаются особенности расчетной динамики концентраций БВ, детрита и биомасс гетеротрофных бактерий, фито- и зоопланктона. Условия развития биомасс гидробионтов охарактеризованы расчетными значениями удельных скоростей роста биомасс и временами оборота биомасс.

Минеральные компоненты БВ с января по апрель накапливаются в водах заливов. Наибольшее накопление NO_3 и DIP происходит в Онежском зал. и в верховье Кандалакшского зал. Так же высокое накопление DIP имеет место в Мезенском зал. и в губе Чупа, а DSi — в Онежском и Мезенском заливах.

Весной при активизации фитопланктона за 2–3 недели содержание минеральных фракций БВ снижается. Малое содержание в воде заливов соединений N (преимущественно NO_3) и P приводит к тому, что в начале лета DSi не активно потребляется фитопланктоном и его содержание в заливах Белого моря не уменьшается, а увеличивается. Низкое расчетное содержание DIP и NO_3 в губе Чупа подтверждается наблюдениями. Летом и в начале осени отмечено усиление рециклинга БВ, что приводит к более интенсивному потреблению фитопланктоном DSi и регенерируемого DIP. Осенью отмечен дефицит DIP и его восстановление в морской среде происходит с начала – середины ноября. Оценены изменения соотношений концентраций БВ, которые свидетельствуют о существенных колебаниях в течение года минеральных фракций при современной биогенной нагрузке на акваторию губы Чупа.

Апрельский максимум развития диатомовых водорослей в губе Чупа связан с наибольшим потреблением NO_3 , а их развитие в мае и в последующие месяцы — с преимущественным потреблением регенерируемых форм N (в меньшей степени NO_2 , и в большей — NH_4). Результаты моделирования подтверждают, что летом жизнедеятельность фитопланктона определяется рециклингом БВ.

Основное поступление NH_4 в водную среду губы Чупа обеспечивается метаболическими выделениями В1, которое в 33 раза превышает поступление NH_4 из всех вместе взятых внешних источников.

В течение года сильно меняется соотношение Si : N : P потребляемых диатомовыми субстратов: в январе — апреле Si : N : P = (57.1–171.7) : (23.2–80.9) : 1, в мае — декабре Si : N : P = (3.5–41.1) : (1.9–32.2) : 1.

Для В1 в губе Чупа имеется некоторый дефицит растворенных органических компонентов (особенно DOP), образующихся при рециклинге БВ. Основное количество DON и DOP формируется при распаде детрита, которое в 4.5–6.1 раз выше общего годового поступления органических компонентов из внешних источников.

Расчетные значения времени оборота БВ показывают, что в течение года довольно быстро происходит оборот NH_4 . Весной быстрее оборачивается NO_3 , а осенью — DIP. Показано, что расчетное значение оборота DIP соответствует оцененному экспериментально.

Наибольшие значения расчетной скорости ПП при современной биогенной нагрузке получены для губы Чупа, Двинского зал. и верхней части Канда-лакшского зал. Весовые отношения скоростей ПП практически соответствуют отношению потребляемых фитопланктоном субстратов. Оцененное по расчетам на модели значение создаваемой на рециклинге БВ продукции составляет 53.5%, и эта оценка близка экспериментальной (50–60%).

Составление балансов соединений N и P для губы Чупа показывает хорошую сбалансированность внутренних и внешних потоков БВ. Баланс потоков для форм N меняется от -0.0004 до 0.2121 г N/(м³ год) (или 0.005–2.538 %), а для форм P — от -0.0901 до 0.0271 г P/(м³ год) (или 0.551 – 2.874%). Для функционирования экосистемы водоема особенно существенна роль круговорота органических компонентов (в частности, детритного звена) и БВ.