

Блок-схемы алгоритмов для автоматизации создания плана декомпрессионного погружения

Н. С. Сковпин, email: kolehandro@gmail.com¹

М. В. Паринов, email: parmax@mail.ru¹

¹ ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»

***Аннотация.** В данной работе описаны математические алгоритмы декомпрессии при осуществлении погружений на различную глубину. В работе обоснована актуальность проводимой работы, а также описана актуальность исследований и работ в рамках декомпрессионных погружений и построении профилей декомпрессионных погружений в целом. В работе демонстрируются созданные блок-схемы алгоритмов, использующихся для создания профилей погружения. Описаны шаги создания собственной программной реализации алгоритма декомпрессии. Даны рекомендации по созданию объектной структуры в объектно-ориентированном программировании.*

***Ключевые слова:** градиент-фактор, декомпрессия, Бульман, алгоритм, блок-схема.*

Введение

В данной работе рассматриваются и анализируются модели и методы декомпрессии при погружении человека в легководолазном снаряжении. Классическим примером является водолаз [1]. Основная цель данной работы состоит в том, чтобы описать и построить блок-схемы алгоритма создания плана погружения для осуществления декомпрессионного подводного погружения. На основе созданных блок-схем инженер программист может быстро и эффективно написать собственную программную реализацию алгоритма декомпрессии, модифицировать существующий алгоритм декомпрессии, создать сервисы, предоставляющие услуги планирования будущего погружения, автоматизировать ручное построение планов погружения.

Актуальность данной работы заключается в том, что водолаз, совершая подводное погружение, каждый раз рискует получить декомпрессионную болезнь. С популяризацией таких спортивных дисциплин, как дайвинг, снорклинг, возрастает потребность в освещении тематики данной работы среди большего круга людей. С

созданием блок-схем алгоритмов планирования подводных погружений открывается возможность создания более эффективных и надежных моделей декомпрессионных погружений. Данные действия необходимы для минимизации риска заболевания декомпрессионной болезнью, а может и совсем свести данный риск к нулю.

1. Теория декомпрессии

Родоначальником классической теории декомпрессии принято считать шотландского физиолога Джона Скотта Халдейна. Халдейн создал первую математическую модель декомпрессии, в которой предложил, что тело водолаза представляется набором тканевых компартментов, каждый из которых насыщается газом и насыщается с определенной скоростью.

Результаты исследований, проведенные доктором Альбертом Бульманом и опубликованные в 1983 году в книге «Декомпрессия — Декомпрессионная болезнь», по праву считаются самой полной работой в данной области. Бульман отказывается от устаревшего представления перенасыщения и вводит особую функцию – М-оценку (М от англ. maximum), характеризующую максимально допустимое парциальное напряжение инертного газа (то, при котором не происходит образование пузырей) для определенного компартмента на определенной глубине [2]. В основе большинства современных подводных компьютеров лежит алгоритм Бульмана. Существуют различные модификации данного алгоритма: ZH-L8 ADT, ZH-L16 A, ZH-L16 B, ZH-L16 C. Аббревиатура ZH означает, что алгоритм создан в Цюрихе, L8 – расчёт восьми основных групп тканей, L16 – шестнадцати групп тканей или компартментов.

Популярным дополнением алгоритма Бульмана является метод Градиент-фактор, дающий водолазам возможность настраивать консерватизм базовой модели Бульмана. Градиент-фактор – это десятичная дробь от градиента М-значения [3].

2. Блок-схемы алгоритмов

Продемонстрируем и опишем блок-схемы алгоритма создания профилей подводных погружений на основе метода Градиент-фактор.

Первая блок-схема – это алгоритм определения текущего давления в компартменте по формуле Шрейнера. Так как кислород оказывает минимальное влияние на образование пузырьков в теле водолаза при декомпрессии, то давление в компартменте – это суммарное давление гелия и азота. Продемонстрируем данный алгоритм на рисунке ниже.

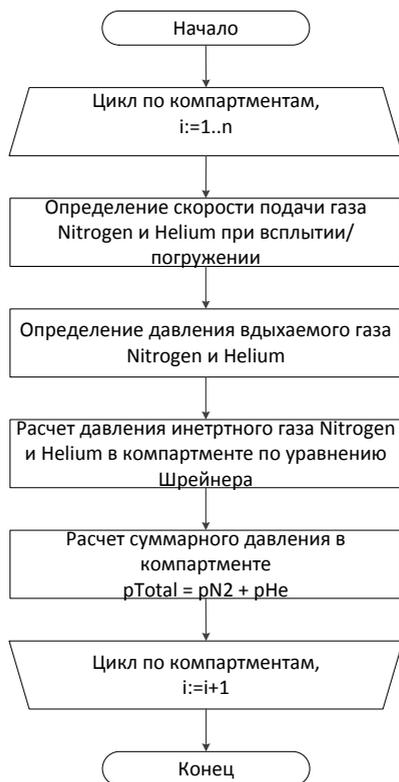


Рис. 1. Блок-схема алгоритма определения текущего давления в компарimente

Следующая блок-схема – это алгоритм определения максимального давления (потолка) инертных газов в компарimente. Данный алгоритм использует построенные Бульманом таблицы и формулу для определения максимального давления в компарimente. На основе данного алгоритма определяется максимальная глубина, на которую может подняться водолаз без декомпрессионного обязательства. Данный алгоритм показывает, на какой глубине водолазу необходимо осуществить декомпрессионную остановку, чтобы компартименты рассытились. Данная блок-схема представлена на рисунке ниже.

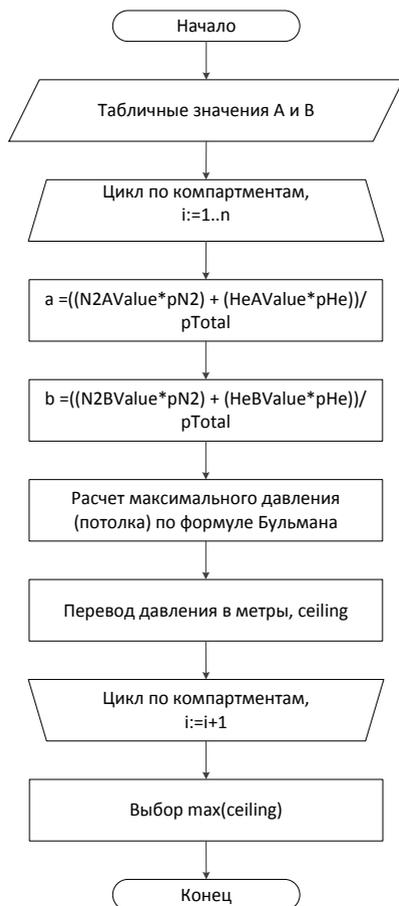


Рис. 2. Блок-схема определения потолка всплытия

Последняя блок-схема – это алгоритм построения плана декомпрессионного погружения. Данный алгоритм использует блок-схемы описанные выше, вызывая их в качестве внешних процедур. Алгоритм последовательно определяет декомпрессионные остановки для водолаза, учитывая давление инертного газа в компартаментах. Блок-схема алгоритма представлена на двух рисунках ниже.



Рис. 3. Первая часть блок-схемы алгоритма построения плана погружения

Первая часть блок-схемы построения плана погружения состоит из подготовительных шагов и ввода входных параметров алгоритма. С помощью него также определяются значения градиент-фактора и глубина первой остановки при всплытии.

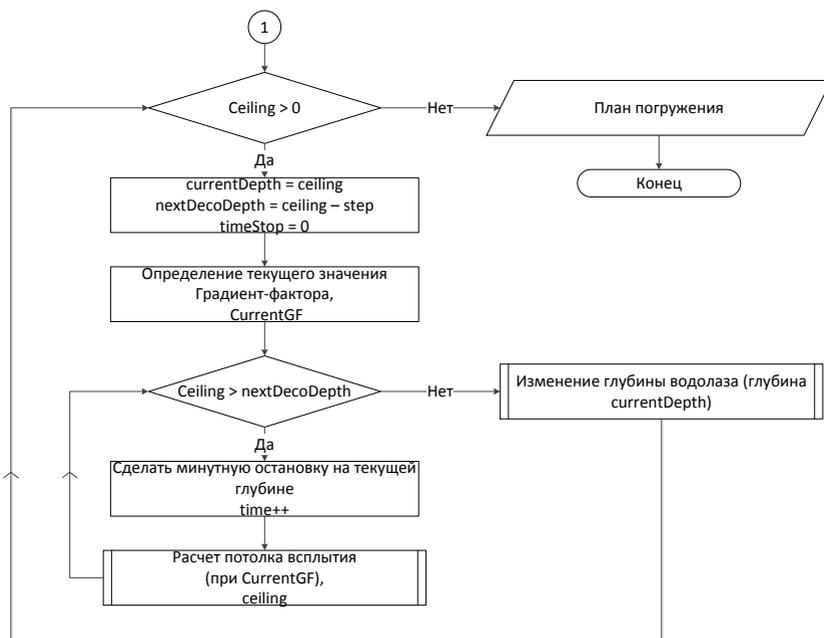


Рис. 4. Продолжение блок-схемы алгоритма построения плана погружения

Представленные блок-схемы могут быть реализованы на любом языке программирования. Рекомендуется создать отдельные функции под каждый алгоритм. Если реализация алгоритма будет создаваться в рамках объектно-ориентированного программирования, то рекомендуется выделить следующие объекты:

1. План погружения (Plan). Данный класс является основным и содержит в себе табличные значения Бульмана, массив тканей (компарментов), массив газов, массив сегментов.

2. Сегменты (Segments). Данный класс описывает начальную, конечную глубину отрезка подводного погружения, время данного отрезка и использующийся газ.

3. Ткани (Tissue). Данный класс описывает компармент Бульмана и содержит в себе следующую информацию: период полунасыщения, давление азота, давление гелия, суммарное давление в компарменте.

4. Газ (Gas). Данный класс описывает используемый при погружении газ. Класс содержит в себе такую информацию: название газа, концентрация кислорода, концентрация гелия, концентрация азота.

5. Утилиты (Utils). Класс, содержащий основные физические формулы.

Заключение

В работе описана актуальность исследований в области декомпрессионных погружений.

Выделены основы теории декомпрессии в историческом разрезе.

Построены блок-схемы алгоритмов создания плана погружения. Описанные шаги для построения профилей погружений позволяют создавать различные программные реализации данного алгоритма, что в будущем позволит повысить эффективность моделей декомпрессионных погружений, позволит создать улучшенные модификации существующих алгоритмов, автоматизировать процесс построения профилей подводных погружений.

Список литературы

1. Паринов М.В. Математическое моделирование декомпрессии на базе градиент-факторных алгоритмов с использованием анализа данных на вычислительном кластере / М. В. Паринов, Н. С. Сковпин // Успехи современной науки. – 2017. – № 7. – С. 101-106.

2. Лоске А. Основы физики подводного плавания / А. Лоске // Международный журнал спортивной науки. – 2013. - С. 37-45.

3. Сковпин Н.С. Актуальность исследований в области декомпрессионных погружений / Н.С. Сковпин, М.В. Паринов. // Теоретические и практические аспекты развития современной науки. Сборник статей по материалам международной научно-практической конференции. Общество с ограниченной ответственностью «Научно-издательский центр «Вестник науки». – Уфа, 2019. – С. 19-23.