|  |
| --- |
| Методы адаптивные |
| Значительно более эффективны при решении жестких задач адаптивные методы, основанные на получении оценок наибольших по модулю собственных значений и последующей стабилизации расчетной схемы в полученных точках жесткого спектра.  Одношаговые адаптивные методы строятся на основе стадий Рунге-Кутты, которые выполняются по формулам:  , ;  где – число стадий, и – параметры метода (в общем случае самонастраиваемые. Далее вычисляются векторы  которые используются для получения оценок собственных значений и в заключительной формуле шага интегрирования.  Вектор покомпонентных оценок наибольшего собственного значения получим в виде |

С помощью этих оценок вычисляется вектор настраиваемых параметров с, который используется в формуле шага интегрирования

Из последней формулы видно, что порядок метода для жестких задач не может превышать . На основе формул вышеописанных формул построены одношаговые методы Адаптивный 1, 2, 3, 5.

**Адаптивный 1**

Этот метод - явный одношаговый трехстадийный (на каждом шаге производится три обращения к процедуре вычисления правых частей). Стадии выполняются по формулам

где , а значение вычисляются на основе информации предыдущего шага. Принимаем

и покомпонентно вычисляем вектор оценок наибольшего по модулю собственного значения матрицы , где - якобиан в текущей точке решения. Формула шага интегрирования имеет вид

,

и также реализуется покомпонентно.

Для оценивания ошибки используется двухшаговая формула типа Адамса.

Метод имеет второй порядок. Его рекомендуется использовать для решения нежестких и жестких задач с вещественным жестким спектром при низких требованиях к точности ().

**Адаптивный 2**

Расчетные формулы этого метода практически такие же, как у метода Адаптивный 1. Отличие заключается в том, что ошибка решения оценивается по правилу Рунге, т.е. используя один шаг размером и два шага размером . Метод имеет третий порядок. Его рекомендуется использовать для решения жестких задач с вещественным жестким спектром при низких требованиях к точности ().

**Адаптивный 3**

Явный четырехстадийный адаптивный метод () реализован в соответствии с формулами (все арифметические операции с векторами выполняются покомпонентно):

,