

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ЛИЗИНА С ПОМОЩЬЮ ФЕРМЕНТНОГО АНАЛИЗАТОРА «АРФА-Л1»

А. А. АГАБАБЯН, Ц. М. АВАКЯН, С. П. БУЮКЯН, К. С. ДУРГАРЬЯН,
А. В. КАРАПЕТАН, А. Л. СИМОНЯН, С. Ш. ТАТКЯН, Г. Э. ХАЧАТРЯН

Ериванский физический институт ГКАЗ СССР

Разработан комплекс аппаратных и программных средств на основе микро-ЭВМ типа «Электроника-60» для автоматизации определения концентрации лизина в сложных многокомпонентных растворах с помощью ферментного анализатора «АРФА-Л1». Реализуются два режима работы: «калибровка» и «определение». В режиме «калибровка» на основании входных данных методом кусочно-линейной аппроксимации строится калибровочная кривая, а в режиме «определение» вычисляется значение неизвестной концентрации лизина. Результаты измерений выводятся на дисплей и термопечать. Опытная эксплуатация системы показала ее высокую надежность и удобство в работе.

Բարդ բազմակամպոնենտ լուծույթներում «ԱՐՖԱ-Լ1» ֆերմենտային անալիզատորի օգնությամբ լիզինի խտության որոշումը ավտոմատացնելու համար «Էլեկտրոնիկա-60»-ի տիպի միկրո-ԷՄ-ի հիման վրա մշակված է ֆրագրային և սարքային միջոցների համակարգ: Իրականացվում է ալգորիթմի երկու սկզբն. «Տրամաշափում» և «Որոշում»: «Տրամաշափում» սկիզբում մուտքային աղյուսների հիման վրա համաձայնագրային ապրոքսիմացիան միջոցով կառուցվում է տրամաշափիչ կոր, իսկ «Որոշում» սկիզբում հաշվվում է լիզինի անհայտ խտության արժեքը: Չափման արդյունքները պատկերվում են գծային վրա և պրոյեկցիոն ջերմատպի: Սարքի օգնությամբ Միասնի փորձնական լուծույթումը ջուլը է ազել ալգորիթմներով Էրկ. ր-րձը Շտապիչայինը և հարմարությունը:

A complex of hardware and software on the base of microcomputer of "Electronica-60" type for the automation of determination process of lysine concentration in multi-component solutions is developed. Two regimes of operation, such as "Calibration" and "Determination" are realized.

On the base of input data by the piecewise linear approximation method during the "Calibration" regime a calibration curve is plotted, and during the "Determination" regime the value of lysine concentration is calculated.

The results of calculations are displayed or printed on. The experimental exploitation of the system shows its high reliability and serviceability.

Ферментный анализатор — лизин — микро-ЭВМ.

Определение концентрации лизина в сложных многокомпонентных растворах весьма актуально в микробиологической промышленности, медицине, научных исследованиях. Существующие до настоящего времени методы определения имеют ряд недостатков: длительные время анали-

Сокращения: ФА — ферментный анализатор, ФД — ферментный диск, ЦВ — цифровой вольтметр, ВОМ — волоконно-оптический модуль, ПП — передатчик-преобразователь, ПОК — волоконно-оптический кабель, ПМП — приемник-преобразователь, АЗД — алфавитно-шаковый дисплей, ПЧД — принтер на гибком магнитном диске.

за, невысокая селективность, использование или сложной и дорогостоящей аппаратуры, или токсичных реактивов. Ферментные анализаторы, разработанные как у нас в стране, так и за рубежом [1, 2], позволяют существенно упростить и ускорить процедуру определения концентрации лизина, повысить точность определения. В анализаторе «АРФА-Л1» время отклика составляет около 30 с, при этом тратится 70 мкл образца, не требуется его предварительная обработка.

Цель нашей работы состояла в создании на основе микро-ЭВМ типа «Электроника-60» аппаратных и программных средств автоматизированного определения концентрации лизина в многокомпонентных растворах.

При введении в анализатор образца, содержащего L-лизин, происходит ферментативная реакция, в результате которой концентрация кислорода в буферном растворе уменьшается. Это уменьшение в определенном диапазоне концентраций L-лизина прямо пропорционально концентрации лизина в образце. Изменения концентрации кислорода регистрируются с помощью кислородного электрода, сигнал от которого поступает на вход электронного блока. Амплитуда сигнала при этом пропорциональна концентрации лизина в образце.

Для построения калибровочной кривой необходимо зарегистрировать амплитудные значения сигналов, получаемых при введении в анализатор образцов, содержащих различные известные концентрации лизина. Калибровочная кривая строится в координатах сигнал—концентрация.

Блок-схема аппаратных средств автоматизации измерений ФА приведена на рис. 1. Выходной сигнал ФД в виде напряжения регистри-

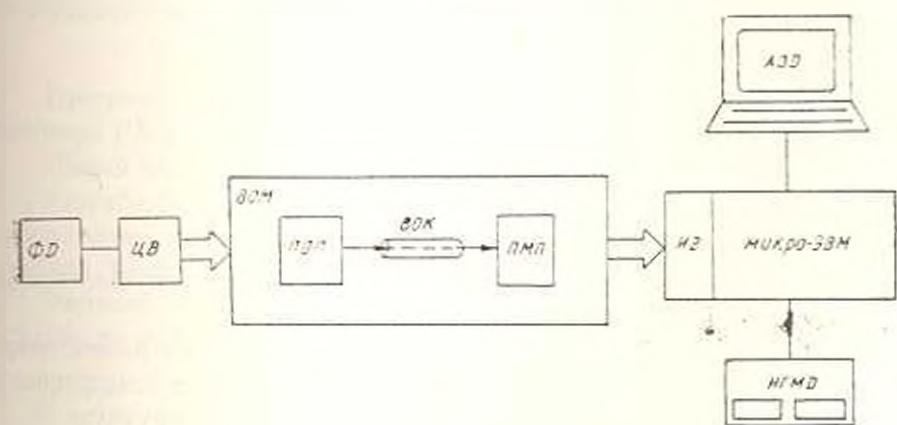


Рис. 1. Блок-схема автоматизированной системы измерений ферментного анализатора «АРФА-Л1»

руется ЦВ типа Ф218—1/2, работающим в автоматическом режиме. Выходной сигнал ЦВ в виде 16-разрядного двоично-десятичного кода подается на вход БОМ типа «Электроника МС-4101», включающего в себя ПДП, ВОК и ПМП. С помощью ПДП исходный код преобразуется в последовательность световых импульсов, передаваемых по ВОК на ПМП. В ПМП восстанавливается исходный код, который посредством

устройства параллельного ввода/вывода типа И2 вводится в микро-ЭВМ марки «Электроника МС 1201.1». АЗД типа «Электроника 15ИЭ-00-013» служит для визуализации информации и создания контакта пользователя с системой. ИГМД типа «Электроника ГМД-7012» служит для хранения программ функционирования системы и накопления результатов измерения.

Такая схема передачи сигнала является высокопомехоустойчивой, что особенно важно в случае, когда датчик сигнала и регистрирующая аппаратура разнесены на большие расстояния.

Разработанное программное обеспечение предусматривает два основных режима работы: режим «калибровка» и режим «определение».

В режиме «калибровка» в систему вводятся следующие параметры: количество калибровочных точек (до 10), повторяемость измерения для каждой точки (до 5), допустимая величина флуктуаций максимального значения напряжения, значение вводимой в анализатор калибровочной концентрации C_k , на основании которого определяется максимальное значение V_{max} . Если повторяемость больше единицы, вычисляется среднее V_{max} для каждой калибровочной точки.

На основании этих данных (значения калибровочных концентраций лизина и величины соответствующего отклика анализатора в виде напряжения) вычисляются коэффициенты калибровочной кривой. Поскольку зависимость амплитуды сигнала от концентрации лизина не линейна во всем диапазоне измеряемых концентраций, калибровочная кривая строится методом кусочно-линейной аппроксимации, считая зависимость $V_{max} = f(C)$ линейной между двумя последующими точками ($V = ac + b$). Вычисляются коэффициенты уравнения отрезков калибровочной кривой для каждой пары точек, которые выводятся на дисплей и термопечать в виде таблицы:

$$V_1 - V_2 \quad a_1, b_1$$

$$V_2 - V_3 \quad a_2, b_2$$

$$V_3 - V_4 \quad a_3, b_3$$

$$V_i - V_{i-1} \quad a_i, b_i$$

Автоматически осуществляется переход в режим «определение», о чем выдается соответствующее сообщение оператору.

В программе предусмотрена возможность перехода в режим «определение», минуя режим «калибровка». В этом случае коэффициенты a_i, b_i и соответствующие значения V_i, V_{i-1} вводятся вручную.

В режиме «определение» производится подсчет сигнала V_{max} , поступающего от анализатора, выбирается соответствующий участок $V_i \leq V_{max} \leq V_{i+1}$ и осуществляется определение неизвестной концентрации C_x по формуле

$$C_x = \frac{V_x - b_i}{a_i}.$$

Полученная величина выводится на дисплей и термопечать. Если полученное значение V_{max} превышает наибольшее значение калибровоч-

ных сигналов или меньше наименьшего, то выдается сообщение о том, что концентрация пробы выше или соответственно ниже допустимой. Блок-схема программы приведена на рис. 2.

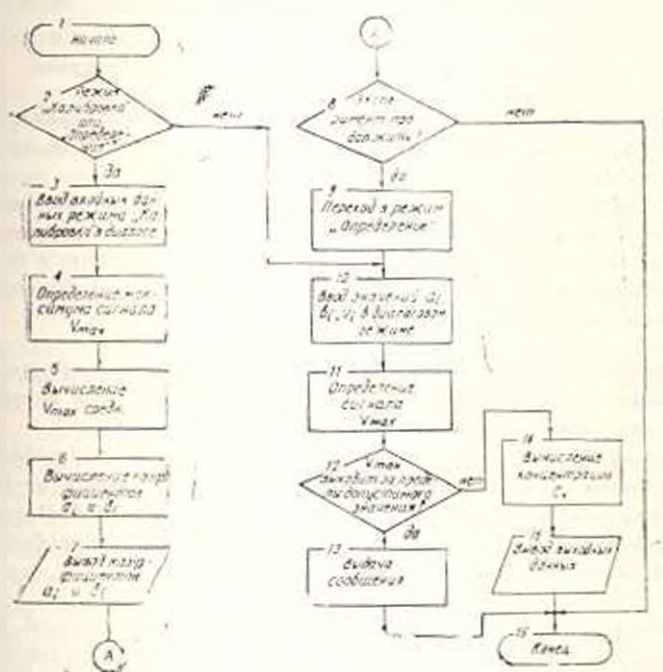


Рис. 2. Блок-схема программы.

Программа написана на языке Макроассемблер и отлажена в Т5 мюлькоре РАФОС-2 на ЭВМ СМ 1407.

Общий объем программ — 3,2 Кбайт.

Разработка аппаратных и программных средств осуществлена в лаборатории электроники, реализация системы — в лаборатории радиационной биофизики ЕрФИ.

Опытная эксплуатация системы показала ее высокую надежность и удобство в работе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Симонян А. Л., Хачатрян Г. Э., Татикян С. Ш., Авакян Ц. М., Биол. ж. Армении, 39, 7, 555, 1986.
2. Romisz J. J., Yang J. S., Karschke H., Thomas D. Biotech and Bioeng., 25, 257 1983

Поступило 15.VII 1987 г.