



**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ
ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ**



**ТОШКЕНТ ИРРИГАЦИЯ ВА ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИГИНИ
МЕХАНИЗАЦИЯЛАШ МУХАНДИСЛАРИ ИНСТИТУТИ**



**«АГРОСАНОАТ МАЖМУАСИ УЧУН ФАН, ТАЪЛИМ ВА
ИННОВАЦИЯ, МУАММОЛАР ВА ИСТИҚБОЛЛАР»
МАВЗУСИДАГИ ХАЛҚАРО ИЛМИЙ-АМАЛИЙ АНЖУМАН**

**МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ «НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ И ИННОВАЦИИ
ДЛЯ АПК: СОСТОЯНИЕ, ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ»**

**INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND PRACTICAL CONFERENCE
«SCIENCE, EDUCATION AND INNOVATION FOR AGRO-
INDUSTRIAL COMPLEX: PROBLEMS AND PROSPECTS»**



II – Тўпلام

22-23 ноябрь 2019 йил

ТОШКЕНТ – 2019

где A_1, A_2, A_3 – параметры модели,

S – концентрация лимитирующего субстрата.

Функцию $\mu(S)$ в виде (1.4) подставим в (1.2) и получим ММ в следующем развернутом виде:

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = A_1 \frac{S}{S+A_2} * \frac{A_3}{S+A_3}, \\ \frac{dS}{dt} = -\frac{1}{y} A_1 \frac{S}{S+A_2} * \frac{A_3}{S+A_3} * X + U(t), \end{cases} \quad (1.5)$$

Результаты исследований. Задача идентификации математической модели в данном случае заключается в том, чтобы по имеющимся экспериментальным данным наилучшим образом определить ее параметры. Показателем качества выполненной таким образом параметрической идентификации служит функция невязки, характеризующая меру отклонения теоретически рассчитанных данных от экспериментальных. Такой мерой отклонения может быть, например, функция

$$q(A_1, A_2, A_3, Y) = \frac{\sum_{i=1}^N (X_i - X_i^{экс}) W_i}{N - m} \rightarrow \min A_1, A_2, A_3, Y \quad (1.6)$$

Где A_1, A_2, A_3, Y – параметры математической модели (1.4) или (1.5)'

$X_i, X_i^{экс}$ – соответственно теоретические и экспериментальные значения концентрации биомассы; W_i – весовые коэффициенты; N число экспериментальных точек; m число оцениваемых параметров (в данном случае $m=4$).

При решении задачи минимизации функции невязки теоретические значения концентрации биомассы Y_i получают путем численного интегрирования системы при начальных условиях (1.3).

Традиционная математическая модель с параметрами, полученными в результате минимизации функционала, описывает процесс накопления биомассы «в среднем». Соответственно эффект от оптимального управления проявляется также «в среднем».

Для оптимального управления в реальном масштабе времени необходимо решить задачу минимизации функционала в темпе поступления информации $X_i^{экс}$ по ходу текущей ферментации.

Вывод. В работе [11] описано решение задачи оптимизации культивирования, которая осуществлена путем комбинирования периодического, полупериодического и непрерывного способов получения продукта метаболизма. Задача поиска оптимального, с точки зрения, производительности процесса решалась с помощью преобразования Келли и на основе принципа максимума Понтрягина. Преобразование Келли позволяет избежать ситуации, когда принцип максимума становится бесполезным.

Используемая литература:

1. Блохина И.И., Огарков В.Н., Угодчиков Г.А. Управление процессами культивирования микроорганизмов (системный подход) – Горький. Волго-Вятское кН. Изд-во 1983. – 174 с.
2. Иванов В.Н., Угодчиков Г.А. Клеточный цикл микроорганизмов и гетерогенность их популяций. Киев: Науков думка, 1984.
3. Зудин Д.В., Кантера В.Н., Угодчиков Г.А. Автоматизация биотехнологических исследований. Москва, «Высшая школа», 1987.
4. К.А. Ахметов, М.А. Исмаилов Математическое моделирование и управление технологическим процессами биохимического производства. Ташкент, «Фан», 1988, - 96 с.
5. Рахманов Ш.Р. Система управления процессом приготовления субстратов. Ташкент 1993.
6. Бирюков В.В., Кантере В.М. Оптимизация периодических процессов микробиологического синтеза: М.: Наука. 1985. – 296 с.
7. А.С. Кабилджанов. Методы обработки и формирование экспериментальных данных. Ташкент 2018.

УДК: 004.021:519.857:639.331.5

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПРОТЕКАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА КУЛЬТИВИРОВАНИЯ МИКРОВОДОРОСЛЕЙ

Рахманов Шеркул Рахмонович, к.т.н. доц.,
Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства

Аннотация

В данной статье рассмотрена разработка алгоритмов прогнозирования и автоматического управления процессом культивирования микроводорослей.

Ключевые слова: математический модель, культивированных микроводорослей, численных методов вычислительных математики, параметрическая идентификация.

DEVELOPMENT OF ALGORITHMS OF FORECASTING OF COURSE OF TECHNOLOGICAL PROCESS OF CULTIVATION OF MICROSEAWEED

Rakhmanov S.R.

Abstract

In this article development of algorithms of forecasting and automatic control of process of cultivation of microseaweed is considered.

Keywords: mathematical model, cultivated microseaweed, numerical methods of computing mathematicians, parametrical identification.

Обоснование критерия оптимальности

Введение: При решении задач оптимизации, а также синтеза систем управления необходимо провести выбор и обоснование критерия оптимальности. Его можно рассматривать как достижение экстремума некоторой величины. В качестве такого критерия может выступать комплекс технико-экономических показателей – таких, как производительность процесса, приведенные затраты, рентабельность, качество выпускаемого продукта, прибыль от реализации продукции и т.д. [1,2,3,4].

При реализации задач управления технологическими процессами, нахождения оптимальных управляющих воздействий и создания алгоритмов управления, реализующих оптимальные режимы технологических процессов, необходимо представить критерий оптимальности в виде функции цели, экстремум которой наилучшим образом отвечает предназначению данного объекта и выраженной в виде соответствующих технико-экономических показателей. Критерий оптимальности должен представлять собой интегральный показатель, отражающий основные стороны деятельности производства. В качестве такого критерия для типовых микробиологических производств чаще всего принимают прибыль - как наиболее обобщенный показатель, отражающий практически все аспекты деятельности предприятия [5]:

$$\Pi(\vartheta) = P(\vartheta) * C(\vartheta) - \sum z_i(\vartheta) \quad (1.1)$$

где Π – прибыль предприятия за определенный временной интервал;

C – ценоаротого продукта;

$\sum z_i$ – суммарные затраты на производство за тот же отрезок времени;

P – количество произведенного продукта за определенный временной интервал.

Методика исследований. Для рассматриваемого класса объектов задача оптимального управления формулируется как задачи максимизации прибыли при ограничениях на качество продукта, удельные расходы сырья и реагентов:

$$\Pi(\vartheta) \rightarrow \max, x \geq x^{зад}, C_i \leq C_i^{зад}, \quad (1.2)$$

где x_i и $x_i^{зад}$ – соответственно фактическая и заданная концентрации микроорганизма в готовом продукте;

C_i и $C_i^{зад}$ – фактические и допустимые удельные нормы расходов сырья и реагентов соответственно.

Раскрыв величины, входящие в выражение (1.1), перепишем его в виде

$$\Pi = - Z_n + (P_{\phi} C - Z_{\phi}) - Z_y \quad (1.3)$$

Здесь Z_n , Z_{ϕ} – затраты на приготовление питательной среды и на ферментацию за определенный период времени;

Z_y – условно – постоянные затраты;

P – количество целевого продукта, произведенного за определенный период (производительность).

Прибыль предприятия с увеличением количества произведенного целевого продукта имеет тенденцию к повышению показателей на всем интервале возможных величин производительности. Как видим, задача максимизации прибыли в данном случае совпадает с проблемой максимизации производительности технологической установки. Таким образом, речь идет об объеме целевой продукции процесса культивирования хлореллы, произведенной на некотором отрезке времени, за вычетом потерь (которые для упрощения задачи принимаются постоянными).

Величина P_{ϕ} (1.1) полностью формируется на стадии ферментации и принимается в качестве критерия управления этой стадией при следующих ограничениях на концентрацию остаточных питательных веществ C_i в культуральной жидкости, удельные расходы сырья и реагентов:

$$P_{\phi}(\bar{Y}; \bar{U}) = \max; \quad b(\bar{Y}; \bar{U}) \leq B_{дон};$$

$$C_i(\bar{Y}; \bar{U}) \leq C_i^{зад}, \quad (1.4)$$

где \bar{Y} и \bar{U} соответственно векторы переменных состояния и управляющих воздействий.

Производительность конкретного культиватора определяется как по производительности каждого производственного цикла, так и по оборачиваемости аппарата (т.е. определяется частотой этих циклов). Следовательно, в качестве критерия управления может выступать следующее выражение:

$$I = P_i \frac{\sum_{d=1}^m P_{ij} Y_{ij}}{\sum_{d=1}^m (t_{ij}^{\phi} + t_{ij}^{под} + t_{ij}^{пр})}, \quad (1.5)$$

где Y_{ij}, P_{ij} – соответственно объем среды в i -ом культиваторе и концентрация в ней микроорганизмов j -ой ферментации;

t_{ij}^{ϕ} – продолжительность j -ой ферментации;

$t_{ij}^{под}$ – время подготовки ферментера к выполнению j -ой операции;

$t_{ij}^{пр}$ – время простоя аппарата в циклах, проведенных рассматриваемый период.

Здесь P – прибыль от реализации целевого продукта;

T – время, за которое получена данная прибыль.

Из (1.5) видно, что на целевую функцию кроме параметров, определяемых самой ферментацией, оказывают влияние так же и показатели подготовительных операций и время простоя оборудования.

Для достижения критерия (1.4) следует добиваться максимизации этой величины на каждом этапе технологического цикла.

Результаты исследований. Теперь задача управления ферментационным циклом может быть сформулирована следующим образом: необходимо определить такие управляющие воздействия из области допустимых (\bar{U}), которые доставили бы максимум критерию оптимальности при заданных начальных условиях, а также при соблюдении ограничений на содержание остаточных питательных солей в среде, на удельные расходы сырья и реагентов.

В символах теории множеств эта задача может быть формализована следующим образом:

$$\max\{I[\bar{U}(t_k), t_k] / G[\bar{U}(t), t] = 0;$$

$$\bar{Y}(t) \in \Omega_{\bar{Y}_0} \bar{U}(t) \in \Omega_{\bar{U}_i} b(\bar{Y}; \bar{U}) \leq b_{дон};$$

$$C_i(\bar{Y}; \bar{U}) \leq C_i^{дон}$$

Здесь через \bar{G} обозначен вектор зависимостей математической модели процесса, компонентами которого являются функции от вектора переменных состояний \bar{Y} , вектора их производительности по времени - \bar{Y} , вектора управляющих воздействий \bar{U} текущего времени t . Множество $\Omega_{\bar{U}}$ определяет область допустимых начальных условий процесса. Множество $\Omega_{\bar{Y}_0}$ определяет область допустимых значений управляющих воздействий. Параметр t_k означает время окончания процесса.

Для оперативного управления производством необходимо иметь возможность оценивать значения критерия в ходе процесса за короткие промежутки времени и прогнозировать влияние управляющих воздействий на критерий оптимальности. Поскольку процесс культивирования может осуществляться в периодическом или непрерывном режимах необходимо рассмотреть возможности и условия выбора критерия оптимальности. Для непрерывного режима, когда в каждый момент времени состояние процесса определяется только параметрами состояния и не зависит от состояния процесса в предыдущие моменты времени, можно использовать мгновенные оценки. При этом критерий будет иметь смысл мгновенного значения производительности процесса, отнесенного к прибыли. Для периодических процессов, когда выход готового продукта имеет место только на момент завершения технологического цикла, оценки критерия имеют смысл только на момент окончания технологического цикла. Для этого случая интервал времени T в формуле (1.5) приобретает смысл длительности технологического цикла, а критерий представляет собой среднюю

за цикл производительность аппарата по отношению к прибыли. Критерий в виде (1.1) или (1.3), хотя и является обобщенным показателем, но, иногда, когда целевой продукт не имеет еще окончательного товарного вида, более чувствителен к управляющим параметрам. В этом случае он является критерием, который непосредственно связан с прибылью рассматриваемого класса объектов. Поэтому целесообразно выбрать критерий оптимальности в виде задачи максимизации целевого продукта

$$I = \frac{\mu x}{D} \quad (1.6)$$

Вывод. Данный критерий имеет прямую связь с ранее рассмотренными (1.3) и (1.5), поскольку увеличение выхода целевого продукта приводит к повышению производительности и, тем самым, к возрастанию прибыли. При этом ограничением является время пребывания микроорганизмов в культиваторе.

$$0 \leq D \leq \mu_0. \quad (1.7)$$

В дальнейшем при решении задач технологической оптимизации и оптимального управления воспользуемся соотношениями (1.6) и (1.7) как основными критериями и необходимыми для процесса культивирования хлореллы условиями.

Используемая литература:

1. Бириков В.В., Кантере В.М. Оптимизация периодических процессов микробиологического синтеза: М.: Наука. 1985.-296 с.
2. Рубин А.Б., Литыва Н.Ф., Резниченко Г.Ю. Кинетика биологических процессов, М., Изд. МУ, 1987. – 211 с.
3. Droop M.R. 25 years of algal growth kinetics. A personal view.
4. Рахмонов Ш. Математическое моделирование и управление технологическими процессами микробиологического производства. Сборник статей международной научной конференции, посвященной 20-летию независимости Республики Узбекистан. Ташкент, 2011 год.
5. Кабильджанов А.С. Методы обработки и формирование экспериментальных данных, Ташкент 2018.

УДК. 004.021:519.857:639.331.5

АНАЛИЗ СПЕЦИФИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ПРОИЗВОДСТВА МИКРОВОДОРОСЛЕЙ КАК ОБЪЕКТА МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

Рахманов Шеркул Рахманович, к.т.н., доцент
Эльмуратов Фарход Мухамматович, студент 3 курса
Братышев Денис Дмитриевич, студент 3 курса

Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства

Аннотация

В статье приведен анализ специфических особенностей производства микроводорослей как объекта математического моделирования и автоматического управления.

Ключевые слова: Анализ, математическая модель, автоматический контроль, моделирование.

ANALYSIS OF THE SPECIFIC FEATURES OF THE PRODUCTION OF MICROALGAE AS AN OBJECT OF MATHEMATICAL MODELLING AND AUTOMATIC CONTROL

Abstract

The relevance of the study of mineral nutrition of microalgae is due to the prospects of intensive cultivation in order to obtain biomass rich in proteins, essential amino acids and vitamins, as well as certain metabolites, medicinal drugs, etc. Thus, the biomass of Chlorella and other microalgae is considered as a valuable additive in animal feed, fish fry, etc

Keywords: Analyze, mathematic model, automatically control, modelling.

Введение: Актуальность исследования минерального питания микроводорослей обусловлена перспективностью интенсивного их культивирования в целях получения биомассы, богатой белками, незаменимыми аминокислотами и комплексом витаминов, а также отдельных метаболитов, лечебных препаратов и т.д. Так, биомасса хлореллы и других микроводорослей рассматривается как ценная добавка в корм животных, мальков рыб и др.

Питательные среды.

Рост и развитие водорослей в культуре прежде всего зависят от состава и концентрации питательных сред. В массовой культуре хлореллы и сценедесмуса обычно применяются те же соли,

МУНДАРИЖА

3-шўъба. ҚИШЛОҚ ВА СУВ ХЎЖАЛИГИДА ИШЛАБ ЧИҚАРИШ ЖАРАЁНЛАРНИ ЭЛЕКТРЛАШТИРИШ, АВТОМАТЛАШТИРИШ ВА ЭНЕРГИЯ ТАЪМИНОТИ ДОЛЗАРБ МАСАЛАЛАРИ		
1	Gazieva R.T., Ozodov E.O. <i>Automatic diffusion mixing system for watering in regions with high water sales</i>	6
2	Газиёва Р.Т., Озодов Э.О., Абдукаримова М. <i>Ичимлик суви насос станциясида "fluidlab® water management" дастурий таъминотидан фойдаланиш</i>	8
3	Газиёва Р.Т., Нигматов А.М. <i>Алгоритм составление логической схемы управления насосного агрегата на насосной станции</i>	12
4	Газиёва Р.Т., Муталов А.А., Отабеков М. <i>Ичимлик суви таъминоти тизимида интеллектуал назорат воситаларини қўллаш</i>	15
5	Бабаходжаев Р.П., Мирзаев Д.А., Эшқуватов Л.М., Бозорбоев А.А. <i>Некоторые результаты численного исследования гидродинамики течения жидкости в трубках с локальными турбулизаторами</i>	18
6	Бокиев А.А., Нуралиева Н.А., Ботиров А.Н. <i>Современные аккумуляторы для электрифицированных технических средств в мелиорации</i>	22
7	Джалилов А.У., Уролов С. <i>Томчилатиб сугориш жараёнини бошқаришнинг автоматлаштирилган тизими</i>	31
8	Мухаммадиев А., Турапов И.М., Байзаков Т.М., Автономов В.А., Эгамбердиев Р.Р., Арипов А.О., Чориев Б.С. <i>Агроэлектротехнология стимуляции хлопчатника и других сельхозкультур</i>	35
9	Nuralieva N.A., Sultonov S.S., Boqiev A.A. <i>O'simliklarga qator oralab ishlov beruvchi elektr mexanik qurilma</i>	39
10	Nuralieva N.A., Bokiev A.A. <i>Qishloq xo'jaligi elektr texnologik jihozlari uchun zamonaviy energiya saqlash qurilmalari</i>	43
11	Халикназаров Ў.А., Матчанов О.Қ., Турсунов А. <i>Ипак қурти гумбагини жонсизлантиришда ионлашган иссиқлик агентини татбиқ этиши</i>	45
12	Рахманов Ш.Р. <i>Средства обработки и формирования сигналов управления</i>	50
13	Рахманов Ш.Р. <i>Методы решение задачи оптимального управления культивируемых микроводорослей</i>	53
14	Рахманов Ш.Р. <i>Разработка алгоритмов прогнозирования протекания технологического процесса культивирования микроводорослей</i>	56
15	Рахманов Ш.Р., Эльмуратов Ф.М., Братышев Д.Д. <i>Анализ специфических особенностей производства микроводорослей как объекта математического моделирования и автоматического управления</i>	58
16	Рахманов Ш.Р., Абдуллаева Д.А. <i>Математическое моделирование и управление технологическими процессами микробиологического синтеза</i>	60
17	Рахманов Ш.Р., Абдуғаниев А.А., Эльмуратов Ф.М. <i>Особенности производства микроводорослей как объектов математического моделирования и автоматического управления</i>	63
18	Рахманов Ш.Р., Братышев Д.Д., Эркаева Ч.Х. <i>Использование математического моделирования и управление технологическими процессами микробиологического синтеза в задачах алгоритмизации</i>	65
19	Рахманов Ш.Р. <i>Математическое моделирование технологического процесса культивирования хлореллы</i>	67
20	Рахматов А.Д., Назаров О.А. <i>Муқобил энергия манбаларидан фойдаланиш истиқболлари</i>	70
21	Убайдуллаева Ш.Р. <i>Қишлоқ ва сув хўжалигида тарқатилган автоматлаштирилган тизимларни қўллаш</i>	73
22	Убайдуллаева Ш.Р. <i>Дала ҳовли иссиқ сув таъминотини назорат қилишнинг автоматлаштирилган тизими</i>	76
23	Убайдуллаева Ш.Р. <i>Сув таъминоти маиший чўкма насосларни автоматлаштиришнинг замонавий воситалари</i>	80
24	Раджабов А., Ибрагимов М., Эшпулатов Н.М. <i>Фермер хўжаликлари учун кўёш электр станциясини лойиҳалаш асослари</i>	84
25	Раджабов А., Ибрагимов М., Эшпулатов Н.М. <i>Кичик қувватли шамол электр станциясини лойиҳалаш методикаси</i>	87