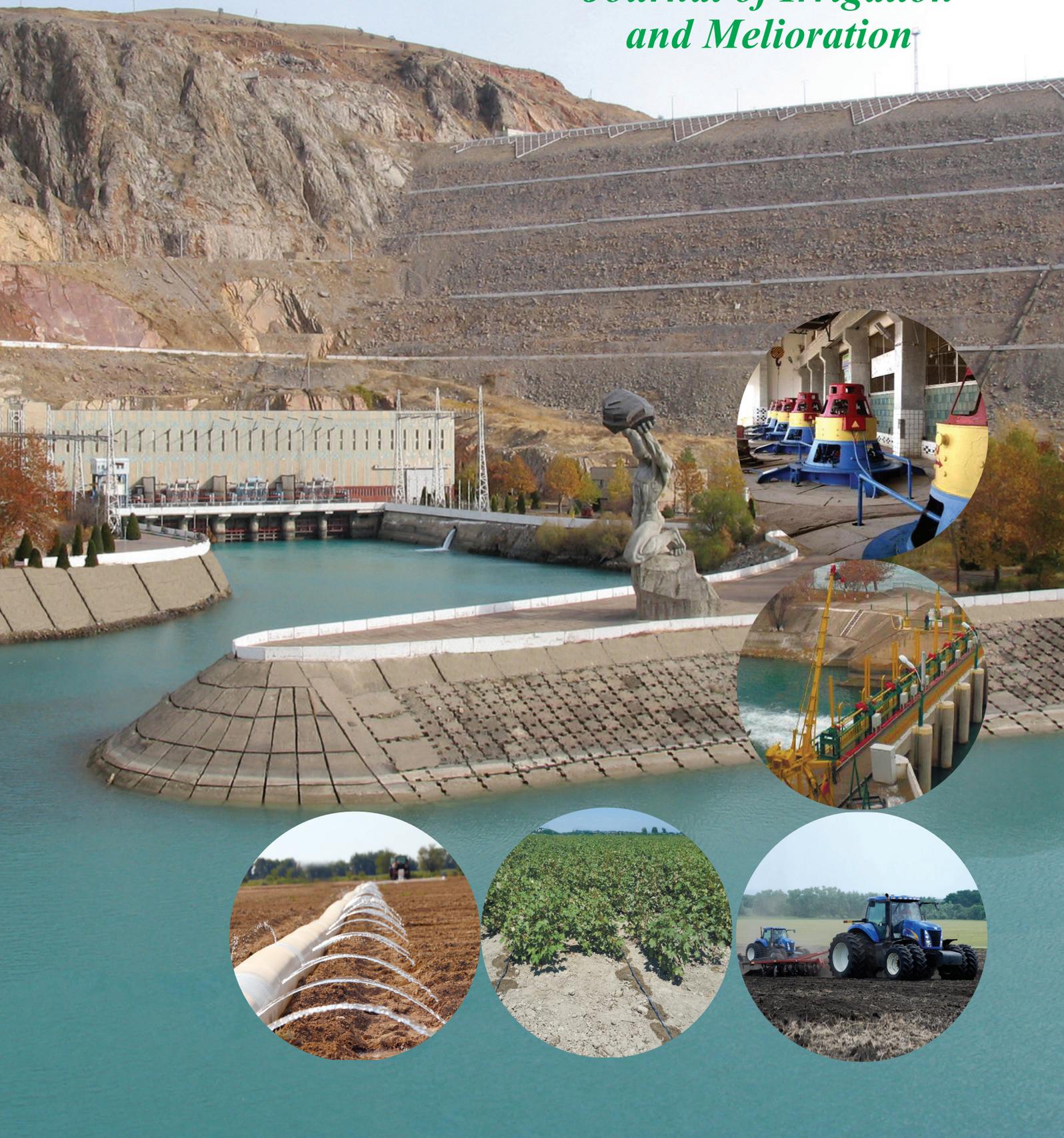


IRRIGATSIYA va MELIORATSIYA

Maxsus son. 2019

*Journal of Irrigation
and Melioration*



ИРРИГАЦИЯ ВА МЕЛИОРАЦИЯ

М.Х. Хамидов, К.Ш. Хамраев Водосберегающая технология промывки засоленных почв в Бухарском оазисе.....	8
Б.С. Серикбаев, А.Г. Шеров, А.И. Гафарова Перспективы автоматизации полива хлопчатника в условиях Бухарской области.....	12
И.А. Бегматов Роль повышения квалификации специалистов водного хозяйства в улучшении мелиоративного состояния орошаемых земель.....	17
М.Х. Хамидов, К.Т. Исабаев, Ў.П. Исломов Хоразм воҳасининг суғориладиган ерларини гидромодуль районлаштиришда геоахборот технологиялари ва ғўзанинг суғориш тартиблари.....	23
М.М. Саримсақов, З.Т. Умарова, М. Ахмаджонов Сув манбаларининг интенсив олма боғлари ҳосилдорлигига таъсири.....	29
У.М. Нематов, А. Исашов Такрорий экилган соя ўсимлиги даласининг умумий сув истеъмоли.....	33

ГИДРОТЕХНИКА ИНШОТЛАРИ ВА НАСОС СТАНЦИЯЛАР

О.Я. Гловацкий, Р.Р. Эргашев, Б.Т. Холбутаев, О.Р. Азизов, А.Б. Сапаров Новый метод расчета спирального отвода горизонтальных центробежных насосов.....	37
А.А. Янгиев, М.Р. Бакиев, О. Муратов, Ш. Азизов Срок службы железобетонных конструкций гидротехнических сооружений по признаку карбонизации защитного слоя.....	42
Э.К. Кан, Н.М. Икрамов, Г.С.Теплова Энергоэффективные эксплуатационные режимы средних и малых ирригационных насосных станций с центробежными насосами типа «Д».....	47
А.М. Арифжанов, Л.Н. Самиев, Ш.Н. Юсупов MODFLOW моделлаштириш тизими асосида ер ости сувлари сатҳининг тадқиқоти.....	51
К.К. Бабажанов, М.Р. Бакиев, Н. Маалем, Ш.А. Джаббарова, Н.К. Бобожонова Производственно-экспериментальная проверка технологии работ по восстановлению работоспособности горизонтального трубчатого дренажа.....	55
Н.М. Икрамов, Т.Ш. Мажидов, Э.К. Кан Определение высоты порога бесплотинного водозаборного сооружения.....	59
М. Мухаммадиев, Э.К. Кан, Н.М. Икрамов Метод расчета экономической эффективности реконструкции насосных станций по укрупненным показателям.....	62
М.Р. Бакиев, Н. Рахматов, Х.Х. Хасанов, Т.А. Исамухамедов Геоахборот тизимлари ва масофадан зондлаш орқали сув омбори юзаси ва ҳажмини аниқлаш.....	67
А.А. Ашрабов, А.А. Янгиев, О.А. Муратов, О.М. Маткаримов Экспериментальная оценка параметров развития трещин в бетоне.....	71

А.М. Арифжанов, С.У. Жонқобиллов, У.У. Жонқобиллов Насос станцияси напорли қувурларининг гидравлик зарба таъсиридан ҳимоялашда диафрагмали ҳаволи-гидравлик қалпоқ параметрларини аниқлаш	76
Н. Маалем, Д.Р. Базаров, Ф. Каттакулов Динамика гидравлического сопротивления в зоне стеснения русла реки Амударья	80
А.М. Арифжанов, Л.Н. Самиев, М.Ю. Отахонов, Ф.К. Бабажанов Тиндиргичлар иш режимининг каналларни лойқа босишдан ҳимоялашга таъсири	86

ИРРИГАЦИЯ ВА МЕЛИОРАЦИЯ ИШЛАРИНИ МЕХАНИЗАЦИЯЛАШ

Т.С. Худойбердиев, А.Н. Худоёров, Б.Р. Болтабоев, А. Абдуманнопов Боғдорчиликда кўчатлар қатор ораларидаги тупроққа ишлов берувчи комбинациялашган агрегат текислагичининг параметрларини асослаш	90
К.Д. Астанакулов, А.Д. Расулов Мош дони ўлчамларининг корреляциявий боғлиқлиги ва фракциявий тақсимотини аниқлаш	95
А.К. Игамбердиев, Э.Т. Фармонов Чўл яйлов озучабоп ўсимликларининг уруғларини экишда тупроқни юмшатадиган ишчи қурол параметрларини асослаш	100

ҚИШЛОҚ ВА СУВ ХЎЖАЛИГИНИ ЭЛЕКТРЛАШТИРИШ ВА АВТОМАТЛАШТИРИШ

Н.А. Холиқова, А.С. Рустамов, А.К. Шарипов Ўзбекистон ҳудудида қишлоқ хўжалиги автоном транспорт воситалари (тракторлари)да Эроглонасс навигация тизимларидан фойдаланиш бўйича тавсияларни ишлаб чиқиш	106
А.М. Усманов, А.М. Нигматов Автоматизация управления и защиты от подтопления машинного зала насосных станций	111
Ш.Р. Убайдуллаева, Ш.Р. Рахмонов Кечикишга эга автоматик бошқариш тизимларининг шарҳи	115
А.А. Турдибоев, Ш.Б. Юсупов, Д.М. Акбаров Техник чигитдан пахта мойи олишда мавжуд муаммолар ва уларнинг ечишда электро технологик усуллардан фойдаланиш	118
Ш.У. Йўлдошев, С.О. Холова Аграр тизими хўжаликларидаги машина ва механизмлар ресурсидан тўлиқ фойдаланиш муаммолари	123
Ш. Имомов, К. Усмонов, Н. Имомова, В. Тагаев Расчет нагревателя биогазовых установок работающей на птичьем помёте	128
Ш.Р. Рахмонов, Ш.Р. Убайдуллаева Математическое моделирование технологического процесса культивирования хлореллы	132
Р.К. Джамолов Пахта уруғлик чигитини дорилагич чигит дозаторининг ўтказувчанлик хусусиятини аниқлаш	135

СУВ ХЎЖАЛИГИ ИҚТИСОДИ ВА ЕР РЕСУРСЛАРИДАН ФЙДАЛАНИШ

И.Б. Рустамова Қишлоқ хўжалигида инновацион технологияларни иқтисодий баҳолашнинг индикаторлар тизими	139
А.С. Чертовичкий, Ш.К. Нарбаев Модернизация землепользования: правовой аспект управления	146
У.Х. Нигмаджанов Становление и развитие законодательной базы и системы управления землепользованием Узбекистана	152
А.К. Ахмедов, Д.Б. Қодиров Қуёш энергиясидан фойдаланишнинг иқтисодий самарадорлиги (уй хўжалиги мисолида)	159

СУВ ХЎЖАЛИГИ СОҲАСИ УЧУН КАДРЛАР ТАЙЁРЛАШ

А.Р. Ходжанов, З.С. Мирходжаева, Д.Б. Мирходжаева Жисмоний тарбия ва спорт таълимида инновацион технологияларнинг самарадорлиги	164
З.К. Исмаилова, Р.Х. Файзуллаев, Б.Р. Муқимов Модуль технологияси асосида бўлажак мутахассисларнинг касбий компетентлигини шакллантириш	167

УДК: 004.021:519.857:639.331.5

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА КУЛЬТИВИРОВАНИЯ ХЛОРЕЛЛЫ

Ш.Р. Рахмонов - к.т.н., доцент, Ш.Р. Убайдуллаева - к.т.н., доцент

Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства

Аннотация

В статье рассмотрена математическая модель технологического процесса культивирования хлореллы, ее особенности, а также метод решения данной модели. Экспоненциальный рост популяции микроводорослей в условиях неограниченных ресурсов питательных веществ и пространства популяции протекает со скоростью, пропорциональной количеству видов преобладающих клеток и описывается дифференциальным уравнением. При наличии нескольких ингибиторов можно использовать уравнения удельной скорости с числом ингибиторов, но, как правило, при культивировании микроводорослей практически отсутствуют элементы, выступающие в качестве ингибиторов. При моделировании рассматриваемого конкретного класса объектов не учитывалось влияние ингибиторов на рост микроводорослей. Расход питательных веществ на поддержание жизнедеятельности микроводорослей описывается дифференциальным уравнением. В процессе проведения данной работы были сведены воедино в систему уравнения процесса культивирования микроводорослей. В результате была получена система дифференциальных уравнений технологического процесса культивирования хлореллы, которая описывает процесс культивирования микроводорослей и ее технологический процесс, реализуемый в периодическом режиме.

Ключевые слова: математическая модель, технологический процесс, хлорелла, культивирование, микроводоросли.

ХЛОРЕЛЛА ЎСТИРИШ ТЕХНОЛОГИК ЖАРАЁНИНИНГ МАТЕМАТИК МОДЕЛИНИ ИШЛАБ ЧИҚИШ

Ш.Р. Рахманов - т.ф.н., доцент, Ш.Р. Убайдуллаева - т.ф.н., доцент

Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти

Аннотация

Мақолада хлорелла етиштиришнинг технологик жараёнининг математик модели, барча хусусиятлари, шунингдек, ушбу моделини ечиш усули муҳокама қилинган. Микро сув ўтлари популяциясининг чексиз озукавий манбалари ва популяция бўшлиғи шароитида экспоненциал ўсиши дифференциал тенгламалар сонига мутаносиб равишда ўсиб боради, агар бир нечта ингибитор бўлса, ингибитор сони билан аниқ тезлик тенгликларидан фойдаланиш мумкин, аммо қоида тариқасида, хлорелла микроорганизмларини ўстиришда ингибиторлар мавжуд эмас. Кўриб чиқиладиган объектларнинг муайян синфини моделлаштиришда ноингибиторларнинг микро сув ўтлар ўсишига таъсири ҳисобга олинмайди. Микроорганизмларининг ҳаётий фаолиятни таъминлаш учун озук моддаларининг истеъмоли дифференциал тенглама билан тавсифланади. Ушбу иш жараёнида микро сув ўтларни ўстириш тенгламалари, тенгламалар тизимига бирлаштирилди. Натижада хлорелла етиштириш учун технологик жараёнининг дифференциал тенгламалари тизими олинган.

Таянч сўзлар: математик модель, технологик жараёни, хлорелла, ўстириш, микро сув ўти.

DEVELOPMENT OF THE MATHEMATIC MODEL OF THE TECHNOLOGICAL PROCESS OF THE CHLORELLA CULTIVATION PROCESS

Rakmanov Sh.R. - c.t.s, associate professor, Sh.R Ubaydullaeva - c.t.s, associate professor

Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers

Abstract

This article devoted to development of the mathematic model of the technological process of the chlorella cultivation process, its features and solving of this mathematic model. Exponential growth of microalgae population under conditions of unlimited nutrient resources and population space proceeds at a rate proportional to the number of species of predominant cells and is described by the differential equation. In the presence of several inhibitors, specific velocity equations with the number of inhibitors can be used, but, as a rule, there are practically no elements acting as inhibitors in the cultivation of chlorella microalgae. The modeling of this particular class of objects did not take into account the effect of inhibitors on the growth of microalgae. The consumption of nutrients to support the life of microalgae is described by the differential equation. In the course of this work, the processes of cultivation of microalgae were brought together into a system of equations. As a result, a system of differential equations of the technological process of chlorella cultivation was obtained. Thus, the obtained system of equations describes the process of cultivation of microalgae and its technological process, implemented in a periodic mode.

Key words: Mathematic model, technological process, chlorella, cultivation, microalgae.

Введение. Экспоненциальный рост популяции микроводорослей в условиях неограниченных ресурсов питательных веществ и пространства популяции протекает со скоростью, пропорциональной количеству видов преобладающих клеток и описывается следующим дифференциальным уравнением [1, 2, 3].

$$\frac{dx}{dt} = \mu x \quad (1)$$

где: μ - коэффициент пропорциональности, характеризующий скорость роста популяции; x - концентрация микроводорослей.

Методика исследований. Удельная скорость роста характеризует физиологические свойства микроводорослей и зависит от концентрации субстрата, наличия ингибиторов и активаторов в среде, количества и качества засева питательной

среды, освещенности, температуры, pH среды и т.д. [4, 5, 6]

Большинство попыток проследить в закон роста популяции от химических или физиологических факторов явилось неудачным, хотя была предпринята попытка связать рост с концентрацией ресурсов [7, 8, 9, 10]. Аналогия с прямоугольной гиперболой и законами ферментативной кинетики и активной массы привела к широкому использованию в микробиологии следующего уравнения:

$$\mu = \frac{\mu_m S}{K_s + S} \quad (2)$$

где: μ_m - максимальная удельная скорость роста, которая может появиться при отсутствии ингибиторов и активаторов, а также при постоянстве физико-химических факторов, K_s - константа концентрации ингибитора, S концентрация лимитирующего субстрата. В зависимости от одного ингибитора уравнение (2) рассчитывается по формуле:

$$\mu = \mu_m \frac{S_i}{K_{si} + P_i} \quad (3)$$

где: S_i - концентрация i - лимитирующего субстрата, K_{si} - константа концентрации i - ингибитора, P_i - концентрация i - питательных веществ.

Здесь вместо численного значения S_i может применяться концентрация питательных веществ N, P, Mg, K, CO_2, O_2 и другие, в качестве же субстрата - необходимый для жизнедеятельности микроводорослей элемент [11, 12, 13].

Принято, что некоторые из множества питательных веществ могут выступать в качестве активаторов или же ингибиторов. т.е. μ зависит от следующих факторов

$$\mu = f(N, P, Mg, K, CO_2, O_2, T, pH, I, C, \dots) \quad (4)$$

Тогда уравнение (2) имеет следующий вид:

$$\mu = f(\mu_m, z),$$

$$z = z^{(1)}, z^{(2)} \dots z^{(n)}$$

z - количество рассматриваемых групп параметров.

Использованы алгоритмы, описанные для выбора наиболее существенных элементов множества Z . В результате получено три минимально необходимых групп параметров. В первую группу параметров ($Z^{(1)}$) вошли активаторы, во вторую ($Z^{(2)}$) ингибиторы, а в третью ($Z^{(3)}$) физико-химические переменные. Итак, множество Z , имеет следующий более удобный вид, для целей моделирования:

$$z^{(1)} = [M, P, CO_2, K]$$

$$z^{(2)} = [O_2, I]$$

$$z^{(3)} = [pH, T, C]$$

При наличии в среде ингибитора удельная скорость роста уменьшается на величину $\frac{M_i}{K_i + 1}$, которая получена из уравнения ферментативной реакции в присутствии ингибитора:

$$\mu_1 = \mu_0 \frac{\mu_0 I_1}{K_{I_1} + I_1} = \frac{\mu_0 K}{K_{I_1} + I_1} \quad (5)$$

где: K_i - константа, численно равная концентрации ингибитора, при которой удельная скорость роста достигает половины своего максимально возможного значения

$$\mu = \frac{\mu_m}{2} \quad (6)$$

При расчете удельной скорости роста с учетом L (число ингибиторов) уравнение (5) принимает следующий вид:

$$\mu_1 = \mu_0 \frac{K_{I_1} * K_{I_2} \dots K_{I_n}}{(K_{I_1} + I_1)(K_{I_2} + I_2) \dots (K_{I_n} + I_n)} \quad (7)$$

После преобразований имеем:

$$\mu_1 = \mu_0 \prod_{i=1}^n \frac{K_{I_i}}{K_{I_i} + I_i}, \quad \forall \partial e, i = 1, 2, \dots, n \quad (8)$$

При наличии нескольких ингибиторов можно использовать уравнение (6) но, как правило, при культивировании микроводорослей хлореллы практически отсутствуют элементы, выступающие в качестве ингибиторов. В связи

с этим в дальнейшем при моделировании рассматриваемого конкретного класса объектов влияние ингибиторов на рост микроводорослей не учитывается [14, 15, 16]. Расход питательных веществ на поддержание жизнедеятельности микроводорослей описывается уравнением

$$\frac{dS_m^i}{dt} = m_i X \quad (9)$$

где: S_m^i - количество i - го питательного вещества, потребляемого на поддержание жизнедеятельности клеток микроводорослей; m_i - скорость потребления питательных веществ на поддержание жизнедеятельности единицы микроводорослей; X - количество клеток микроводорослей.

Общее количество израсходованного i -го питательного вещества на рост и поддержание жизнедеятельности микроводорослей можно определить по уравнению:

$$\frac{dS_m^i}{dt} = (d_i \mu + m_i X) \quad (10)$$

где: d_i - коэффициент, учитывающий расход i - го питательного вещества на рост единицы микроводорослей.

В соответствии с (4) для каждого параметра можно записать

$$\mu_{z_i} = F_i(Z_i)$$

Для аналитического описания степени влияния параметров среды на удельную скорость роста микроорганизмов приняты некоторые упрощения [17, 18, 19]. Пусть удельная скорость роста микроводорослей μ в исследуемых $\{Z_i \in Z^i\}$ интервалах колеблется от 0 до d_i .

Примем следующие обозначения:

$$\min \{\mu(Z_i)\} = \mu Z_i^{(0)}$$

$$\max \{\mu(Z_i)\} = \mu Z_i^{(m)}$$

Результаты исследований. Исходя из экспериментальных данных, зависимости удельной скорости роста микроводорослей от элементов множества представим в следующем виде

$$r_{z_i} = \exp\left(\frac{(Z_i - \varphi_i)^2}{2\delta_i}\right) \quad (11)$$

где: φ_i - оптимальное значение i -го среднеквадратического отклонения распределения физико-химического фактора; δ_i - разность между предельным значением параметра и его оптимального значения.

Формулу для вычисления удельной скорости роста микроводорослей можно записать в следующем виде:

$$\mu = \mu_m \frac{Z_i^{(1)}}{K_{I_i} Z_i^{(1)}} \prod_{i=1}^N r_{z_i} \quad (12)$$

Все приведенное уравнения (8, 9, 10, 11, 12) - суть основные кинетические уравнения в условиях периодического режима процесса выращивания микроводорослей [20].

Единая система уравнений, описывающая процесс культивирования микроводорослей имеет следующий вид:

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = \mu x; \\ \frac{dS_{pi}^i}{dt} = d_e \mu x; \\ \frac{dS_{pi}^i}{dt} = m_e x; \\ \mu = \mu_m \frac{S_i}{K_{S_i}} \exp\left[\frac{(pH - \varphi_1)^2}{\delta_1^2} - \frac{(C - \varphi_3)^2}{\delta_3^2}\right] \\ \frac{ds}{dt} = (\alpha_1 \mu + m_i) x \end{cases} \quad (13)$$

Таким образом, полученная система уравнений (13) описывает процесс культивирования микроводорослей, реализуемый в периодическом режиме. При достижении заданного значения x процесс переводится в непрерывный режим с целью повышения производительности культиваторов и стабильного использования засевных культур и питательных веществ.

Выводы. В процессе проведения данной работы были

сведены воедино в систему уравнения процесса культивирования микроводорослей. В результате была получена система дифференциальных уравнений технологического

процесса культивирования хлореллы, которая описывает процесс культивирования микроводорослей и ее технологический процесс, реализуемый в периодическом режиме.

№	Литература	References
1	Музаффаров А.М. Хлорелла. – Ташкент. 1974. – С. 45-48.	Muzaffarov A.M. <i>Khlorella</i> [Khlorella]. "Fan", Tashkent. 1974. Pp. 45-48. (in Uzbek)
2	Рахмонов Ш. Автоматизация класса объектов биохимических производств. – Ташкент, 1990. – 60 с.	Rakhmonov Sh. <i>Avtomatizatsiya klassa ob'ektov biokhimicheskikh proizvodstv</i> [Automation of the class of biochemical production facilities]. Tashkent, 1990, 60 p. (in Russian)
3	Перт С. Дж. Основы культивирования микроорганизмов и клеток. – Москва, 1978. – С. 180-181.	Perth S.J. <i>Osnovi kultivirovaniya mikroorganizmov i kletok</i> [Fundamentals of the cultivation of microorganisms and cells]. Moscow, 1978, Pp.180-181. (in Russian)
4	Ахметов К.А. Рахмонов Ш. Вопросы моделирования процесса выращивания микроводорослей. Журнал "Вопросы кибернетики". – Ташкент. 1995. – С. 54-56.	Akhmetov K.A. Rakhmonov Sh. <i>Voprosi modelirovaniya protsessa virashi-vaniya mikrovdorosley</i> [Issues of modeling the process of growing microalgae]. Tashkent. Journal "Issues of Cybernetics". 1995, Pp.54-56. (in Russian)
5	Рубин А.Б. Кинетика биологических процессов. – Москва, 1972. – С. 68-70.	Rubin A.B. <i>Kinetika biologicheskikh protsessov</i> [Kinetics of biological processes]. Moscow, 1972, Pp. 68-70. (in Russian)
6	Рахмонов Ш. Математическое моделирование и управление технологическими процессами микробиологического производства. Сборник статей международной научной конференции, посвященной 20-летию независимости Республики Узбекистан. – Ташкент, 2011. – С. 158-164.	Rakhmonov Sh. <i>Matematicheskoe modelirovanie i upravlenie tekhnologicheskimi protsessami mikrobiologicheskogo proizvodstva</i> [Mathematical modeling and process control of microbiological production]. Collection of articles of the international scientific conference dedicated to the 20th anniversary of independence of the Republic of Uzbekistan. Tashkent, 2011. Pp. 158-164. (in Russian)
7	Кабилджанов А.С. Методы обработки и формирование экспериментальных данных. Ташкент, 2018. С. 58-64.	Kabiljanov A.S. <i>Metody obrabotki i formirovanie eksperimentalnykh danih</i> [Methods of processing and generating experimental data]. Tashkent, 2018. Pp. 58-64. (in Russian)
8	Рахманов Ш. Нигматов А. Методы оценки и проблемы управления конкурентоспособности промышленных предприятий. // Журнал «AGRO ILM». – Ташкент, 2019. – №2 – 104 с.	Rakhmanov Sh. Nigmatov A. <i>Metody otsenki i problemi upravleniya konkurentosposobnosti promishlennikh predpriyatiy</i> [Evaluation methods and problems of managing the competitiveness of industrial enterprises]. Journal Agro Ilm No2/2019, Tashkent. 104 p. (in Russian)
9	Рахмонов Ш. Братышев Д. Построение математической модели культивированных микроводорослей. //Журнал "Студенческий вестник": – Москва, 2019. – №23 – Изд. Интернаука, – С. 14-15.	Rakhmonov Sh. Bratishev D. <i>Postroenie matematicheskoy modeli kultivirovannykh mikrovdorosley</i> [Construction of a mathematical model of cultivated microalgae]. Student Bulletin Magazine No23 / 2019., Ed. Internauka., Moscow. Pp. 14-15. (in Russian)
10	Рахманов Ш. Нигматов А. Оптимизация и улучшение качества работы датчика уровня воды ЭРСУ – 3 в дренажной системе. // Журнал "Узбекистон кишлок хужалиги". – Ташкент, 2018 – №11 – С. 45-46.	Rakhmanov Sh. Nigmatov A. <i>Optimizatsiya i uluchshenie kachestva raboti datchika urovnya vodi ERSU – 3 v drenazhnoy sisteme</i> [Optimization and improvement of the quality of the water level sensor ERSU - 3 in the drainage system]. Journal No. 11/2018., "Uzbekiston kishlok khuzhaligi", Tashkent. Pp. 45-46. (in Russian)
11	Биотехнология. Принципы и применения. Пер. с англ. Под ред. Н.Хичека, Д.Беста, Дж.Джонса. Мир, 1988. С. 50-52.	<i>Biotehnologiya. Prinsipi i premeneniya</i> [Biotechnology. Principles and applications]. Transl. from eng. Ed. N.Hichcheksa, D. Best, J.Jones. World, 1988. Pp. 50-52. (in Russian)
12	Зудин Д.В., Кантера В.Н., Угодников Г.А. Автоматизация биотехнологических систем. – Москва: "Высшая школа", 1987. – С. 93-97.	Zudin D.V., Kantera V.N., Ugodnikov G.A. <i>Avtomatizatsiya biotehnologicheskikh sistem</i> [Automation of biotechnological systems]. Moscow, "Higher School", 1987. Pp. 93-97. (in Russian)
13	К.А. Ахметов, М.А. Исмоилов. Математическое моделирование и управление технологическими процессами биохимического производства. – Ташкент, "Фан", 1988. – С.156-157.	K.A. Akhmetov, M.A. Ismoilov. <i>Matematicheskoe modelirovanie i upravlenie tekhnologicheskimi protsessami biokhimicheskogo proizvodstva</i> [Mathematical modeling and process control of biochemical production]. Tashkent, "Fan", 1988. Pp. 156-157. (in Russian)
14	Юсупбеков Н.Р., Мунчиев Н.А. Управление процессами ферментации с применением микро - ЭВМ. – Ташкент, 1987. – С. 80-83.	Yusupbekov N.R., Munchiev N.A. <i>Upravlenie protsessami fermentatsii s primeneniem mikro - EVM</i> [Management of fermentation processes using microcomputers]. Tashkent, 1987. Pp. 80-83. (in Russian)
15	Рахманов Ш.Р. Системы управления процессом приготовления субстратов. – Ташкент: "Фан". 1993. – 75 с.	Rakhmanov Sh.R. <i>Sistemi upravleniya protsessom prigotovleniya substratov</i> [Control systems for the preparation of substrates]. "Fan." Tashkent. 1993. 75 p. (in Russian)
16	Владимирова Н.Г., Семенов В.Е. Интенсивная культура одноклеточных водорослей. – Москва, 1982. – С. 40-42.	Vladimirova N.G., Semenov V.E. <i>Intensivnaya kultura odnokletochnykh vdorosley</i> [Intensive culture of unicellular algae] Moscow. 1982. Pp. 40-42. (in Russian)
17	Рахманов Ш.Р., Нигматов А.М. Алгоритм управления качеством природных вод на основе динамического программирования. Материалы международной конференции «Проблемы повышения эффективности использования электрической энергии в отраслях агропромышленного комплекса». – Ташкент, 2018. 2 часть. – С. 90-94.	Rakhmanov Sh.R., Nigmatov A.M. <i>Algoritm upravleniya kachestvom prirodnykh vod na osnove dinamicheskogo programmirovaniya</i> [The algorithm of natural water quality management based on dynamic programming]. Materials of the international conference "Problems of increasing the efficiency of the use of electric energy in the sectors of the agro-industrial complex". Tashkent, 2018.2 part. Pp. 90-94. (in Russian)
18	Рахманов Ш.Р., Абдуганиев А.А. Экономические аспекты применения инновационных технологий в энергетике. "Проблемы повышения эффективности использования электрической энергии в отраслях агропромышленного комплекса".1 Часть – Ташкент, 2018. – С. 270-273.	Rakhmanov Sh.R., Abduganiev A.A. <i>Ekonomicheskie aspekti primeneniya innovatsionnykh tekhnologiy v energetike</i> [Economic aspects of the application of innovative technologies in the energy sector]. "Problems of increasing the efficiency of electric energy use in the sectors of the agricultural sector." 1 Part Tashkent, 2018. Pp. 270-273. (in Russian)
19	Рахманов Ш.Р., Нигматов А.М. Информационные системы и базы данных в гидрографическом управлении водными ресурсами. Международная научно – практическая конференция "Проблемы повышения эффективности работы современного производства и энергосбережения". – Андижан, 2018. – С. 804-807.	Rakhmanov Sh.R., Nigmatov A.M. <i>Informatsionnye sistemi i bazi danih v gidrograficheskoy upravlenii vodnimi resursami</i> [Information systems and databases in hydrographic management of water resources]. International scientific and practical conference "Problems of increasing the efficiency of modern production and energy conservation." Andijan, 2018. Pp. 804-807. (in Russian)
20	Рахманов Ш.Р., Братышев Д.Д. Динамическая модель процесса биохимической очистки загрязненных природных вод. Материалы международной научно – практической конференции "Проблемы повышения эффективности использования электрической энергии в отраслях агропромышленного комплекса". 2 часть. – Ташкент, 2018. – С. 468-472.	Rakhmanov Sh.R., Bratishev D.D. <i>Dinamicheskaya model protsessa biokhimicheskoy oчитки zagryaznennykh prirodnykh vod</i> [A dynamic model of the biochemical treatment of polluted natural waters]. Materials of the international scientific - practical conference "Problems of increasing the efficiency of use of electric energy in the sectors of the agricultural sector." 2 part. Tashkent, 2018. Pp. 468-472. (in Russian)