

<https://doi.org/10.32523/2616-7182>

ISSN 2616-7182
eISSN 2663-1326



Л.Н.Гумилев атындағы
Еуразия ұлттық университетінің
ХАБАРШЫСЫ

BULLETIN
of L.N.Gumilyov Eurasian
National University

№1 (126)/2019

ВЕСТНИК

Евразийского национального
университета имени Л.Н.Гумилева

МАТЕМАТИКА. ИНФОРМАТИКА. МЕХАНИКА
сериясы

MATHEMATICS. COMPUTER SCIENCE. MECHANICS
Series

Серия
МАТЕМАТИКА. ИНФОРМАТИКА. МЕХАНИКА

bulmathmc.enu.kz



ISSN 2616-7182
eISSN 2663-1326

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің

ХАБАРШЫСЫ

BULLETIN
of L.N. Gumilyov Eurasian
National University

ВЕСТНИК
Евразийского национального
университета имени Л.Н. Гумилева

МАТЕМАТИКА. ИНФОРМАТИКА. МЕХАНИКА сериясы

MATHEMATICS. COMPUTER SCIENCE. MECHANICS Series

Серия **МАТЕМАТИКА. ИНФОРМАТИКА. МЕХАНИКА**

№1(126)/2019

1995 жылдан бастап шығады

Founded in 1995

Издается с 1995 года

Жылына 4 рет шығады

Published 4 times a year

Выходит 4 раза в год

Нұр-Сұлтан, 2019
Nur-Sultan, 2019
Нур-Султан, 2019

БАС РЕДАКТОРЫ
ф.-м.ғ.д., проф
Темірғалиев Н. (Қазақстан)

Бас редактордың орынбасары **Жұбанышева А.Ж.**, PhD
(Қазақстан)
Бас редактордың орынбасары **Наурызбаев Н.Ж.**, PhD
(Қазақстан)

Редакция алқасы

Абакумов Е.В.	PhD, проф. (Франция)
Алексеева Л.А.	ф.-м.ғ.д., проф. (Қазақстан)
Алимхан Килян	PhD, проф. (Жапония)
Бекжан Турдыбек	PhD, проф. (Қытай)
Бекенов М.И.	ф.-м.ғ.к., доцент (Қазақстан)
Голубов Б.И.	ф.-м.ғ.д., проф. (Ресей)
Зунг Динь	ф.-м.ғ.д., проф. (Вьетнам)
Ибраев А.Г.	ф.-м.ғ.д., проф. (Қазақстан)
Иванов В.И.	ф.-м.ғ.д., проф. (Ресей)
Иосевич А.	PhD, проф. (АҚШ)
Калиев И.А.	ф.-м.ғ.д., проф. (Ресей)
Кобельков Г.М.	ф.-м.ғ.д., проф. (Ресей)
Курина Г.А.	ф.-м.ғ.д., проф. (Ресей)
Марков В.В.	ф.-м.ғ.д., проф. (Ресей)
Мейрманов А.М.	ф.-м.ғ.д., проф. (Ресей)
Смелянский Р.Л.	ф.-м.ғ.д., проф. (Ресей)
Умирбаев У.У.	ф.-м.ғ.д., проф. (АҚШ)
Холщевникова Н.Н.	ф.-м.ғ.д., проф. (Ресей)
Шмайссер Ханс-Юрген	Хабилит. докторы, проф. (Германия)

Редакцияның мекенжайы: 010008, Қазақстан, Нұр-Сұлтан қ., Сәтбаев к-сі, 2, 408 бөлме.
Тел: +7 (7172) 709-500 (ішкі 31-410). E-mail: vest_math@enu.kz

Жауапты редактор: А.Ж. Жұбанышева
Жауапты хатшы: А. Нұрболат

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің хабаршысы.

МАТЕМАТИКА. ИНФОРМАТИКА. МЕХАНИКА сериясы

Меншіктенуші: ҚР БЖҒМ "Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті" ШЖҚ РМК
Мерзімділігі: жылына 4 рет.

Қазақстан Республикасының Ақпарат және коммуникациялар министрлігінде тіркелген.
27.03.2018ж. № 17000-ж тіркеу куәлігі.

Тиражы: 25 дана

Типографияның мекенжайы: 010008, Қазақстан, Нұр-Сұлтан қ., Қажымұқан к-сі, 12/1,
тел: +7 (7172) 709-500 (ішкі 31-410).

EDITOR-IN-CHIEF
Prof., Doctor of Phys.-Math. Sciences
Temirgaliyev N. (Kazakhstan)

Deputy Editor-in-Chief **Zhubanysheva A.Zh.**, PhD (Kazakhstan)

Deputy Editor-in-Chief **Nauryzbayev N.Zh.**, PhD (Kazakhstan)

Editorial board

Abakumov E.V.	PhD, Prof. (France)
Alexeyeva L.A.	Doctor of Phys.-Math. Sciences, Prof. (Kazakhstan)
Alexander Iosevich	PhD, Prof. (USA)
Alimhan Keylan	PhD, Prof. (Japan)
Bekzhan Turdybek	PhD, Prof. (China)
Bekenov M.I.	Candidate of Phys.-Math. Sciences, Assoc.Prof. (Kazakhstan)
Golubov B.I.	Doctor of Phys.-Math. Sciences, Prof.(Russia)
Dũng Dinh	Doctor of Phys.-Math. Sciences, Prof.(Vietnam)
Ibrayev A.G.	Doctor of Phys.-Math. Sciences, Prof.(Kazakhstan)
Ivanov V.I.	Doctor of Phys.-Math. Sciences, Prof.(Russia)
Kaliev I.A.	Doctor of Phys.-Math. Sciences, Prof.(Russia)
Kobel'kov G.M.	Doctor of Phys.-Math. Sciences, Prof.(Russia)
Kurina G.A.	Doctor of Phys.-Math. Sciences, Prof.(Russia)
Markov V.V.	Doctor of Phys.-Math. Sciences, Prof.(Russia)
Meirmanov A.M.	Doctor of Phys.-Math. Sciences, Prof.(Russia)
Smelyansky R.L.	Doctor of Phys.-Math. Sciences, Prof.(Russia)
Umirbaev U.U.	Doctor of Phys.-Math. Sciences, Prof.(USA)
Kholshechnikova N.N.	Doctor of Phys.-Math. Sciences, Prof. (Russia)
Schmeisser Hans-Juergen	Dr. habil., Prof. (Germany)

Editorial address: 2, Satpayev str., of. 408, Nur-Sultan, Kazakhstan, 010008
Tel.: +7 (7172) 709-500 (ext. 31-410)
E-mail: *vest_math@enu.kz*

Responsible Editor-in-Chief: A.Zh. Zhubanysheva

Responsible secretary: A. Nurbolat

Bulletin of the L.N. Gumilyov Eurasian National University.

MATHEMATICS. COMPUTER SCIENCE. MECHANICS Series

Owner: Republican State Enterprise in the capacity of economic conduct "L.N. Gumilyov Eurasian National University" Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan

Periodicity: 4 times a year

Registered by the Ministry of Information and Communication of the Republic of Kazakhstan.

Registration certificate №17000-ж from 27.03.2018.

Circulation: 25 copies

Address of printing house: 12/1 Kazhimukan str., Nur-Sultan, Kazakhstan 010008;

tel: +7 (7172) 709-500 (ext.31-410).

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР
профессор, д.ф.-м.н.
Темиргалиев Н. (Казахстан)

Зам. главного редактора **Жубанышева А.Ж.**, PhD (Казахстан)

Зам. главного редактора **Наурызбаев Н.Ж.**, PhD (Казахстан)

Редакционная коллегия

Абакумов Е.В.	PhD, проф. (Франция)
Алексеева Л.А.	д.ф.-м.н., проф. (Казахстан)
Алимхан Килян	PhD, проф. (Япония)
Бекжан Турдыбек	PhD, проф. (Китай)
Бекенов М.И	к.ф.-м.н., доцент (Казахстан)
Голубов Б.И.	д.ф.-м.н., проф. (Россия)
Зунг Динь	д.ф.-м.н., проф. (Вьетнам)
Ибраев А.Г.	д.ф.-м.н., проф. (Казахстан)
Иванов В.И.	д.ф.-м.н., проф. (Россия)
Иосевич А.	PhD, проф. (США)
Калиев И.А.	д.ф.-м.н., проф. (Россия)
Кобельков Г.М.	д.ф.-м.н., проф. (Россия)
Курина Г.А.	д.ф.-м.н., проф. (Россия)
Марков В.В.	д.ф.-м.н., проф. (Россия)
Мейрманов А.М.	д.ф.-м.н., проф. (Россия)
Смелянский Р.Л.	д.ф.-м.н., проф. (Россия)
Умирбаев У.У.	д.ф.-м.н., проф. (США)
Холщевникова Н.Н.	д.ф.-м.н., проф. (Россия)
Шмайссер Ханс-Юрген	Хабилит. доктор, проф. (Германия)

Адрес редакции: 010008, Казахстан, г. Нур-Султан, ул. Сатпаева, 2, каб. 408
Тел: +7 (7172) 709-500 (вн. 31-410). E-mail: vest_math@enu.kz

Ответственный редактор: А.Ж. Жубанышева
Ответственный секретарь: А. Нурболат

Вестник Евразийского национального университета имени Л.Н. Гумилева.
Серия МАТЕМАТИКА. ИНФОРМАТИКА. МЕХАНИКА
Собственник:
РГП на ПХВ "Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева" МОН РК
Периодичность: 4 раза в год.
Зарегистрирован Министерством информации и коммуникаций Республики Казакстан.
Регистрационное свидетельство №17000-ж от 27.03.2018г.
Тираж: 25 экземпляров. Адрес типографии: 010008, Казахстан, г. Нур-Султан,
ул. Кажымукана, 12/1, тел.: +7 (7172)709-500 (вн.31-410).

МАЗМҰНЫ

МАТЕМАТИКА-ИНФОРМАТИКА	
<i>Темірғалиев Н., Тауғынбаева Ғ.Е., Абикенова Ш.К.</i> Компьютерлік (есептеуіш) диаметр мәнмәтінінде дербес туындылы теңдеулерді дискреттеу	8
<i>Алимбаев А.А.</i> Автоморфизмдер топтарында амальгамалы еркін көбейтіндінің құрылымы	52
<i>Бакурадзе М.</i> Надирадзе формалды топтарының заңдарына орай кейбір дәл өрнектер	62
<i>Фарайзаде А.П., Шафи А.</i> Полигамдық функциялар үшін Туран типті және кейбір жаңа теңсіздіктер	68
<i>Ермекбаева Ж.Ж., Шакирова Р.Е., Малекова Ж.М.</i> Жыртқыш-олжа жүйесіндегі бірлесіп қорғану әсері	72

CONTENTS

MATHEMATICS-COMPUTER SCIENCE

<i>Temirgaliyev N., Taugynbayeva G.Y., Abikenova Sh.K.</i> Discretization of solutions of partial differential equations in the context of Computational (numerical) diameter	8
<i>Alimbaev A.A.</i> Structure of amalgamated free work in groups automorphisms	52
<i>Bakuradze M.</i> Some explicit expressions concerning the Nadiradze formal group law	62
<i>Farajzadeh A.P., Shafie A.</i> Turán's inequality type for polygamma functions and some new inequalities	68
<i>Yermekbayeva J.J., Shakirova R.E., Malekova Zh.M.</i> The effect of collective protection in the predator-prey system	72

ВЕСТНИК ЕВРАЗИЙСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА
ИМЕНИ Л.Н.ГУМИЛЕВА. СЕРИЯ МАТЕМАТИКА. ИНФОРМАТИКА.
МЕХАНИКА, №1(126)/2019

СОДЕРЖАНИЕ

МАТЕМАТИКА-ИНФОРМАТИКА

<i>Темиргалиев Н., Таугынбаева Г.Е., Абиженова Ш.К.</i> Дискретизация решений уравнений в частных производных в контексте Компьютерного (вычислительного) поперечника	8
<i>Алимбаев А.А.</i> Структура амальгамированного свободного произведения в группах автоморфизмов	52
<i>Бакурадзе М.</i> Некоторые точные выражения относительно законов формальных групп	62
<i>Надирадзе</i>	
<i>Фарайзаде А.П., Шафи А.</i> Неравенства типа Турана для полигамных функций и некоторые новые неравенства	68
<i>Ермекбаева Ж.Ж., Шакирова Р.Е., Малекова Ж.М.</i> Эффект коллективной защиты в системе хищник-жертва	72

МРНТИ: 28.17.19

Ж.Ж. Ермекбаева¹, Р.Е.Шакирова², Ж.М.Малекова³

Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан
(E-mail: ¹ erjanar@mail.ru, ² sh.raushan.91@mail.ru, ³ zhaniya.96@mail.ru)

Жыртқыш-олжа жүйесіндегі бірлесіп қорғану әсері

Аннотация: Ұсынылған жұмыста жыртқыш-олжа жүйесінің «бірлесіп қорғану» әсері жүзеге асатын Лотка-Вольтер моделінің түрленуі қарастырылады. Популяцияның саны белгілі бір мөлшерге жеткен кезде жыртқыштық қарқындылығы және жыртқыштар санының өсуі азаяды деп болжанады. Жұмыста параметрлердің әр түрлі мәндері кезіндегі модельдің динамикалық режимі көрсетіледі. Лотка-Вольтер қағидаларына негізделіп өзара әрекеттесу динамикасы сипатталады. Олжалар популяциясында бірлесіп қорғану әсері пайда болған кездегі жағдайы үшін Лотка-Вольтер моделінің түрлену қатарын талдауы осы әсердің әрекеті жыртқыштар санының азаюына және олжалардың көбеюіне рас әкелетінін көрсетеді. Сонымен қатар, параметрлердің белгілі бір қатынасы кезінде модельде динамикалық режимдердің пайда болуы мүмкіндігі қарастырылады. Бұл мақала белгілі бір мөлшерге жету кезінде популяциясында пайда болатын бірлесіп қорғану әсерінің әрекеті Лотка-Вольтер моделін құруға және талдауға арналған.

Түйін сөздер: Лотка-Вольтер моделі, мальтузиандық параметр, популяция, өзін-өзі реттегіштік, дифференциалдық теңдеу, жыртқыш-олжа жүйесі.

DOI: <https://doi.org/10.32523/2616-7182/2019-126-1-72-76>

Жыртқыш-олжа жүйесінің әр түрлі математикалық модельдерін талдауға көптеген жұмыстар арналған [1-4]. Көптеген модельдер автономды қарапайым дифференциалдық теңдеулер жүйесі түрінде құрылған, олар Лотка-Вольтер классикалық моделінің түрленуі болып табылады [5-6]. Екі түрдің өзара әрекеттік үрдісін сипаттайтын бейсызықты функциялар көмегімен авторлар қандай да бір үрдістердің немесе олардың жеке қасиеттерінің әрекеттесу динамикасына әсерін ескеруге тырысады (мысалға қанықтыру әсері, жыртқыштар бақылауынан олжалардың құтылып кету әсері және т.б.), сонымен қатар Вольтердің «жұптық өзара әрекеттесу» қағидасынан өзгеше қағидалар негізінде түрлердің өзара әрекеттесу динамикасы сипатталады [7].

Осы жұмыс белгілі бір мөлшерге жету кезінде популяциясында пайда болатын бірлесіп қорғану әсерінің әрекеті Лотка-Вольтер моделін құруға және талдауға арналған. Мұндай жағдай табиғи ортада кеңінен таралған және екі трофикалық деңгейлердің әр түрлерінің әрекеттерінде жүзеге асады.

Лотка-Вольтер моделі шеңберінде жыртқыштармен олжаны қолдану жылдамдығы (сәйкес, жыртқыштар санының өсу жылдамдығы) γxz теңдеуімен сипатталады, мұндағы $x=x(t) - t$ уақыт кезіндегі олжа популяцияларының саны, $z=z(t) -$ жыртқыштар саны, $\gamma = \text{const} > 0$ – кейбір оң константа. Егер жыртқыштар саны тіркелген, ал олжалар саны біркелкі өссе, онда мұндай әрекетті сипаттау кезінде мүмкін емес жағдай туындайды – жыртқыш бірлік уақытында шексіз олжалар санын қолдана алады.

Бұл қажет емес әсерді жоғалту және қанықтыру әсерінің әрекетін ескеру модельді талдау қажеттігіне алып келді, онда жыртқыш және олжа әрекеті келесідей өрнекпен сипатталады

$$\frac{\gamma xz}{1 + \pi x},$$

мұндағы $\pi = \text{const} > 0$. Олжалардың жеткілікті үлкен мөлшері кезінде олардың тұтыну жылдамдығы жыртқыштардың тек санымен анықталады.

Соңғы өрнек олжалар санының өсуімен бірлесіп қорғану әсері жүзеге асатын жағдай үшін түрленуі мүмкін:

$$\frac{\gamma x z}{1 + \pi x^2}.$$

Шынында, бұл жағдайда олжалар санының жеткілікті аз мәні кезінде олардың санының өсуі жыртқыштардың олжаларды қолдану жылдамдығының өсуіне әкеледі. Критикалық мәнге жету кезінде $1/\sqrt{\pi}$ қолдану жылдамдығы максимумға жетеді, одан кейін азая бастайды.

Соңғы өрнек жыртқыш-олжа жүйесіндегі қанығу әсерін талдау кезінде алынатынын байқаймыз (жалпы параметрлік модельдің жеке жағдайы ретінде). Осы түрлендіруді ескере отыра Лотка-Вольтерр моделі мынандай түрге келеді:

$$\begin{aligned} \frac{dx}{dt} &= \alpha x - \beta x^2 - \frac{\gamma^0 x z}{1 + \pi x^2}, \\ \frac{dz}{dt} &= -\alpha_1 x - \beta_1 z^2 - \frac{\gamma_1^0 x z}{1 + \pi x^2}, \end{aligned} \quad (1)$$

Мұндағы α – мальтузиандық параметр (олжалар популяциясындағы туу қарқындылығы мен жойылу қарқындылығы арасындағы айырмашылық; ары қарай, $\alpha > 0$ деп болжаймыз, өйткені керісінше жағдайда екі түрде мөлшердің кез келген теріс емес бастапқы мәндері кезінде құлдырайды болады), α_1 – жыртқыштар жойылуының қарқындылығы, β , β_1 – популяциядағы өзін-өзі реттеу коэффициенті, γ^0 , γ_1^0 – өзара әрекеттік коэффициенті. (1) моделінде барлық параметрлер теріс емес деп болжанады.

Өзін-өзі реттеудің болмау кезіндегі жүйе динамикасы

Алғашында қарапайым жағдайды қарастырайық, яғни популяцияларда өзін-өзі реттеудің болмағанында және β , β_1 коэффициенттері нөлге тең. (1) жүйесі бұл жағдайда келесідей болады:

$$\begin{aligned} \frac{dx}{dt} &= \alpha x - \frac{\gamma^0 x z}{1 + \pi x^2}, \\ \frac{dz}{dt} &= -\alpha_1 x - \frac{\gamma_1^0 x z}{1 + \pi x^2}, \end{aligned} \quad (2)$$

(2) жүйесі төмендегі айнымалыларды ауыстыру көмегімен

$$x = \frac{u}{\sqrt{\pi}}, \quad z = \frac{\alpha v}{\gamma^0}, \quad \tau = \alpha t$$

келесідей мөлшерсіз түрге әкелінеді

$$\begin{aligned} \frac{du}{dt} &= u \left(1 - \frac{v}{1+u^2} \right), \\ \frac{dv}{dt} &= p v \left(-a + \frac{u}{1+u^2} \right), \end{aligned} \quad (3)$$

мұндағы параметрлер $p = \frac{\gamma_1^0}{\alpha \sqrt{\pi}}$, $a = \frac{\alpha_1 \sqrt{\pi}}{\gamma_1^0}$.

(3) моделінің қасиеттері.

1. Тік көлбеу изоклинасы $u=0$ және $v=1+u^2$ екі тармағынан тұрады. Көлденең көлбеу изоклинасы үш тармақтан тұрады: $v=0$ және

$$u_{1,2} = \frac{1 \pm \sqrt{1 - 4a^2}}{2a}$$

егер параметр $a < 0,5$.

$a < 0,5$ кезінде фазалық кеңістікте екі тривиальді емес стационарлық нүктелер бар: $S_1(u_1, 1 + u_1^2)$ және $S_2(u_2, 1 + u_2^2)$. Бұл жағдайда S_2 нүктесі – ер-тоқым, ал S_1 нүктесі – орнықты емес түйін (кез келген параметрлерде), немесе фокус. Алдыңғы жағдайдағыдай, мұнда сонымен қатар олжалардың шексіз көбеюі кезінде жыртқыштардың асимптотикалық құлдырау режимі байқалады: $u(t) \rightarrow \infty$, $v(t) \rightarrow 0$.

2. Координаталар басы ер-тоқым түріндегі стационарлық нүкте болып табылады (олжалардың болмауы кезінде жыртқыштар құлдырайды, ал жыртқыштардың болмауы кезінде олжалар шексіз көбейеді). Егер параметр $a > 0,5$ болса, онда (3) жүйесінің

фазалық кеңістігінде басқа соңғы стационарлық нүктелер жоқ және олжалардың шексіз көбеюі кезінде жыртқыштардың асимптотикалық құлдырау режимі жүзеге асады.

(3) моделіндегі Лотка-Вольтерр ($\pi = 0$ кезінде) модельде тепе-теңдіктің (орталық) орнықты күйі орнықсызға айналатынын атап өту қажет. Берілген жағдайда, бірлесіп қорғану факторы жыртқыш-олжа жүйесі динамикасына тұрақсыздандыру әсерін тигізеді деген қорытынды жасауға болады.

Олжалар популяциясындағы өзін-өзі реттегіштігі бар модель

(2) моделі олжалар популяциясына өзін-өзі реттегіш механизмдерінің әрекетін ескеру кезінде келесі түрге ие болады:

$$\begin{aligned} \frac{dx}{dt} &= \alpha x - \frac{\gamma^0 xz}{1+\pi x^2} - \beta x^2, \\ \frac{dz}{dt} &= -\alpha_1 z + \frac{\gamma^0 xz}{1+\pi x^2}. \end{aligned} \quad (4)$$

Айнымалыларды ауыстыру көмегімен, (4) жүйесі мөлшерсіз түрге келеді:

$$\begin{aligned} \frac{du}{dt} &= u - \frac{uv}{1+u^2} - bu^2 = P(u, v), \\ \frac{dv}{dt} &= pv(-a + \frac{u}{1+u^2}) = Q(u, v), \end{aligned} \quad (5)$$

мұндағы параметр $b = \frac{\beta}{\alpha\pi}$.

(5) моделінің қасиеті.

Теріс емес бастапқы мәндер кезінде (5) жүйесінің шешімі шектеулі және теріс емес. Төмендегі теңсіздік орындалғандықтан

$$\frac{du}{dt} \left(\frac{1}{b}, v \right) \leq 0,$$

асимптотикадағы барлық траекториялар $0 \leq u \leq \frac{1}{b}$ аралығына «тиісті» және ешқандай траектория бұл аралықтан шықпайды. Осылайша, екі популяцияның саны шектеулі болады.

Параметрлердің кез келген мәні кезіндегі координаталар басы ер-тоқым болып табылады. $a > 0,5$ кезінде жазықтықтың соңғы бөлігінде басқа стационарлық нүктелер болмайды. Бұл жағдайда жыртқыштар мөлшердің кез келген бастапқы мәні кезінде құлдырайды, ал олжалар мөлшері бұл жағдайда нөлдік емес деңгейде тұрақталады.

$a < 0,5$ болғандағы кезді қарастырайық. Мұнда келесі жағдайлар туындайды:

1) $\frac{1}{b} < \frac{1-\sqrt{1-4a^2}}{2a}$. Бұл шарттың орындалуы кезінде тривиальді емес нүктелер болмайды. P нүктесі – глобальді орнықты, $a > 0,5$ теңсіздігінің орындалуы кезіндегідей режим жүзеге асады.

2) $\frac{1-\sqrt{1-4a^2}}{2a} < \frac{1}{b} < \frac{1+\sqrt{1-4a^2}}{2a}$. Бұл жағдайда тепе-теңдіктің тривиальді емес күйі бар болады $-S_1(u_1, (1+u_1^2)(1-bu_1))$ нүктесі.

3) $\frac{1+\sqrt{1-4a^2}}{2a} < \frac{1}{b}$. Бұл жағдайда тыныштықтың екі тривиальді емес нүктелер болады: S_1 және $S_2(u_2, (1+u_2^2)(1-bu_2))$.

Популяцияның екеуіндегі өзін-өзі реттегіштігі бар жүйе

Популяциялардың екеуінде де өзін-өзі реттегіш механизм әрекет ететін жағдайды қарастырайық. Бұл жағдайда модель келесі түрге ие болады:

$$\begin{aligned} \frac{dx}{dt} &= \alpha x - \frac{\gamma^0 xz}{1+\pi x^2} - \beta x^2, \\ \frac{dz}{dt} &= -\alpha_1 z + \frac{\gamma_1^0 xz}{1+\pi x^2} - \beta_1 z^2 \end{aligned} \quad (6)$$

Айнымалыларды ауыстырғаннан кейін (6) жүйесі келесі түрге ие болады:

$$\begin{aligned} \frac{du}{dt} &= u - \frac{uv}{1+u^2} - bu^2, \\ \frac{dv}{dt} &= pv \left(-a - cv + \frac{u}{1+u^2} \right). \end{aligned} \quad (7)$$

(7) моделінің қасиеттері.

1. Теріс емес бастапқы мәндер кезінде (7) жүйесінің шешімі шектеулі және теріс емес. Егер бастапқы мәндер $(u_0, v_0) \in D$ болса, мұндағы

$$D = \left[0, \frac{1}{b}\right] \times \left[0, \frac{1-2a}{2a}\right], \text{ онда } (u(t), v(t)) \in D \forall t > 0.$$

2. Ары қарай $\alpha < 0,5$ деп болжаймыз. Кері теңсіздіктің орындалуы кезінде популяциялар санының бастапқы мәндердің кез келгенінде жыртқыштар құлдырайды.

3. Параметрлердің кез келген мәні кезінде тепе-теңдіктің екі тривиальді күйлері бар болады: $(0,0)$ координата басы және $P\left(\frac{1}{b}, 0\right)$. $(0, 0)$ нүктесі әрқашанда ер-тоқым болып табылады. Осылайша, екі популяцияларда өзін-өзі реттегіштің болуы кезінде модельде өзінің қасиеті бойынша жаңа режимдер пайда болады.

Қорытынды

Олжалар популяциясында бірлесіп қорғану әсері пайда болған кездегі жағдайы үшін Лотка-Вольтер моделінің түрлену қатарын талдауы осы әсердің әрекеті жыртқыштар санының азаюына және олжалардың көбеюіне әкелетінін көрсетеді. Сонымен қатар, параметрлердің белгілі бір қатынасы кезінде модельде динамикалық режимдердің пайда болуы мүмкін.

Атап айтқанда, модельде тіркелген режимінің әр түрлі түрленуі пайда болады. Алайда фитофаг-энтомофаг жүйелерін талдау кезінде алынған түптік режимдерге қарағанда, алынған түрленулерде олжалар санының өсуі жыртқыштар санының төмендеуімен сүйемелденеді яғни бірлесіп қорғану әсерімен туындалған.

Список литературы

- 1 Базыкин А.Д. Математическая биофизика взаимодействующих популяций. – М.: Наука, 1985. – 251 с.
- 2 Горяченко В.Д. Математические модели клеточных популяций. Горький, 1981. – 84-90 с.
- 3 Апонин Ю.М., Базыкин А.Д. Математическое моделирование в экологии. – М.: Наука, 1978. – 101 с.
- 4 Вольтерра В. Математическая теория борьбы за существование. – М.: Наука, 1976. – 72 с.
- 5 Полудэков Р.А., Пых Ю.А., Швытов И.А. Динамические модели экологических систем. – Л.:Гидрометеоиздат, 1980. – 145 с.
- 6 Семевский Ф.Н., Семенов С.М. Математическое моделирование экологических процессов. – Л.:Гидрометеоиздат, 1982. – 82 с.
- 7 Базыкин А.Д., Березовская Ф.С., Буриев Т.И. Факторы разнообразия в математической экологии и популяционной генетике. – Пушино, 1980. – 6 с.

Ж.Ж. Ермакбаева, Р.Е.Шакирова, Ж.М.Малекова

Евразийский национальный университет им. Л.Н.Гумилева, Астана Казахстан

Эффект коллективной защиты в системе хищник-жертва

Аннотация: В статье рассматривается преобразование модели Лотки-Вольтерра системы хищник-жертва, в которой осуществляется эффект "коллективной защиты". Предполагается, что при достижении определенной численности жертв уменьшается ясность хищничества и увеличение численности хищников. Исследуется динамические режимы модели при разных значениях параметров и, а именно, показываются, что в рамках модели осуществляется разные преобразования режима определенных вспышек и режим реверсивной вспышки. Излагается динамика взаимодействия видов на основе принципа Лотки-Вольтерра. Анализ ряда преобразований модели Лотки-Вольтерра для случая, когда в популяции жертв осуществляется эффект коллективной защиты, можно увидеть, что действие этого эффекта способствует уменьшению численности хищников и возрастанию жертв. Более того, при известных соотношениях параметров в модели могут возникнуть динамические режимы. В текущая работа посвящена построению и анализу модели системы хищник-жертва, также являющейся преобразованием модели Лотки-Вольтерра, в рамках которой учитывается действие эффекта коллективной защиты, появляющаяся в популяции жертв при достижении определенной численности.

Ключевые слова: модель Лотки-Вольтера, мальтузианский параметр, популяция, саморегуляция, дифференциальное уравнение, система хищник-жертва.

J.J. Yermekbayeva, R.E. Shakirova, Zh.M. Malekova

L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan

The effect of collective protection in the predator-prey system

Abstract: The article discusses the transformation of the Lotka-Volter model of the predator-prey system, in which the effect of "collective protection" is implemented. It is assumed that when a certain number of victims is reached, the clarity of predation decreases and the number of predators increases. The dynamic modes of the model are investigated for different values of the parameters and, namely, it is shown that within the model there are different transformations of the

mode of certain flashes and the mode of the reverse flash. The dynamics of species interaction based on the Lotka-Volter principle is described. An analysis of a series of transformations of the Lotka-Volter model for the case when the collective protection effect is realized in the population of victims, it can be seen that the effect of this effect helps to reduce the number of predators and increase the number of victims. Moreover, with known parameter ratios, dynamic modes may arise in the model. The current work is devoted to the construction and analysis of the predator-prey model, which is also a transformation of the Lotka-Volter model, which takes into account the effect of collective defense that appears in the population of victims when a certain number is reached.

Keywords: Lotka-Volter model, Malthusian parameter, population, self-regulation, differential equation, predator-prey system.

References

- 1 Bazykin A.D. Matematicheskaya biofizika vzaimodejstvuyushchih populyacij, [Mathematical biophysics of interacting populations] (Nauka, 1985).
- 2 Goryachenko V.D. Matematicheskie modeli kletochnyh populyacij, [Mathematical models of cellular populations] (Gor'kij, 1981).
- 3 Aponin YU.M., Bazykin A.D. Matematicheskoe modelirovanie v ehkologii, [Mathematical modeling in ecology] (Nauka, 1978).
- 4 Vol'terra V. Matematicheskaya teoriya bor'by za sushchestvovanie, [The mathematical theory of the struggle for existence] (Nauka, 1976).
- 5 Poluehktov R.A., Pyh YU.A., SHvytov I.A. Dinamicheskie modeli ehkologicheskikh sistem, [Dynamic models of ecological systems] (Gidrometeoizdat, 1980).
- 6 Semevskij F.N., Semenov S.M. Matematicheskoe modelirovanie ehkologicheskikh processov, [Mathematical modeling of ecological processes] (Gidrometeoizdat, 1982).
- 7 Bazykin A.D., Berezovskaya F.S., Buriev T.I. Faktory raznoobraziya v matematicheskoy ehkologii i populyacionnoj genetike, [Factors of diversity in mathematical ecology and population genetics] (Pushchino, 1980).

Авторлар туралы мәліметтер:

Ермекбаева Ж.Ж.- Доктор PhD, и.о. доцента кафедры системного анализа и управления, Евразийский национальный университет им.Л.Н.Гумилева, ул.Пушкина 11/2,601, Астана, Казахстан.

Шакирова Р.Е.- Докторант кафедры системного анализа и управления, Евразийский национальный университет им.Л.Н.Гумилева, ул.Пушкина 11/2, Астана, Казахстан.

Малекова Ж.М.- Магистрант кафедры системного анализа и управления, Евразийский национальный университет им.Л.Н.Гумилева, ул.Пушкина 11/2,601, Астана, Казахстан.

Yermekbayeva J.J.- PhD, Associate Professor of Department of System Analyses and Control, L.N.Gumilyov Eurasian National University, 11/2 Pushkin Street, Astana, Kazakhstan.

Shakirova R.E. - Doctoral student of System Analysis and Control department of the L.N. Gumilyov Eurasian National University, 11/2 Pushkin Street, Astana, Kazakhstan.

Malekova Zh.M.- Master student of System Analysis and Control department of the L.N. Gumilyov Eurasian National University, 11/2 Pushkin Street, Astana, Kazakhstan, , 11/2 Pushkin Street, Astana, Kazakhstan.

Редакцияға 18.06.2018 қабылданды

«Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің хабаршысы. Математика. Информатика. Механика сериясы» журналына жіберілетін жұмыстарға қойылатын талаптар

Журнал редакциясы авторларға осы нұсқаулықпен толық танысып, журналға мақала әзірлеу мен дайын мақаланы журналға жіберу кезінде басшылыққа алуды ұсынады. Бұл нұсқаулық талаптарының орындалмауы сіздің мақалаңыздың жариялануын кідіртеді.

1. Автордың қолжазбаны редакцияға жіберуі мақала авторының басып шығарушы, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетіне мақаласын басуға келісімін және кез келген шетел тіліне аударылып қайта басылуына келісімін білдіреді.

2. Баспаға (барлық жариялаушы авторлардың қол қойылған қағаз нұсқасы және электронды нұсқасында) журналдың түпнұсқалы стильдік файлының міндетті қолданысымен LaTeX баспа жүйесінде дайындалған Tex- пен Pdf-файлындағы жұмыстар ұсынылады. Стильдік файлы *bulmathmc.enu.kz* журнал сайтынан жүктеп алуға болады. Мақаламен бірге авторлар редакцияға ілеспе хат жолдаулары қажет.

3. Мақаланың көлемі 6 беттен кем және 18 беттен артық болмауы тиіс. Талап деңгейінен асқан жұмыстар редакциялық алқа отырысында қаралып, баспаға ерекше жағдайда ғана рұқсат етіледі.

4. Жұмыстың мәтіні ХҒТАР (Халықаралық ғылыми-техникалық ақпарат рубрикаторы) кодының көрсеткішімен басталып, кейін автор(лар)дың аты және тегі, жұмыс орнының толық атауы, қаласы, мемлекеті, E-mail-ы, мақаланың толық атауы, аннотациясы көрсетіледі. Аннотация 150-200 сөз көлемінде болуы тиіс, сонымен қатар мәтінде күрделі есептік формулалар болмауы, мақаланың толық аты қайталанбауы, жұмыстың мәтіні мен әдебиеттер тізімінде көрсетілетін сілтемелер болмауы керек. Аннотация мақаланың ерекшеліктерін көрсететін және оның құрылымын (кіріспе, есептің қойылымы, мақсаты, тарихы, зерттеу әдістері, нәтижелер және олардың талқылаулары, қорытынды) сақтайтын мақаланың қысқаша мазмұны болуы тиіс.

5. Жұмыстың мәтінінде кездесетін таблицалар мәтіннің ішінде жеке нөмірленіп, мәтін көлемінде сілтемелер түрінде көрсетілуі керек. Суреттер мен графиктер PS, PDF, TIFF, GIF, JPEG, BMP, PCX форматындағы стандарттарға сай болуы керек. Нүктелік суреттер кеңейтілімі 600 dpi кем болмауы қажет. Суреттердің барлығы да айқын әрі нақты болуы керек.

6. Жұмыста қолданылған әдебиеттер тек жұмыста сілтеме жасалған түпнұсқалық көрсеткішке сай (сілтеме беру тәртібінде немесе ағылшын әліпбиі тәртібі негізінде толтырылады) болуы керек. Баспадан шықпаған жұмыстарға сілтеме жасауға тиым салынады.

Сілтемені беруде автор қолданған әдебиеттің бетінің нөмірін көрсетпей, келесі нұсқаға сүйеніңіз дұрыс: тараудың номері, бөлімнің номері, тармақтың номері, теораманың номері (лемма, ескерту, формуланың және т.б.) номері көрсетіледі. Мысалы: «... қараңыз . [3; § 7, лемма 6]», «...қараңыз [2; 5 теоремадағы ескерту]». Бұл талап орындалмаған жағдайда мақаланы ағылшын тіліне аударғанда сілтемелерде қателіктер туындауы мүмкін.

Қолданылаған әдебиеттер тізімін рәсімдеу мысалдары

1 Воронин С. М., Карацуба А. А. Дзета-функция Римана. –М: Физматлит, –1994, –376 стр. – **кітап**

2 Баилов Е. А., Сихов М. Б., Темиргалиев Н. Об общем алгоритме численного интегрирования функций многих переменных // Журнал вычислительной математики и математической физики –2014. –Т.54. № 7. –С. 1059-1077. - **мақала**

3 Жубанышева А.Ж., Абикенова Ш. О нормах производных функций с нулевыми значениями заданного набора линейных функционалов и их применения к поперечниковым задачам // Функциональные пространства и теория приближения функций: Тезисы докладов Международной конференции, посвященной 110-летию со дня рождения академика С.М.Никольского, Москва, Россия, 2015. – Москва, 2015. –С.141-142. – **конференция еңбектері**

4 Нуртазина К. Рыцарь математики и информатики. –Астана: Каз.правда, 2017. 19 апреля. –С.7. – **газеттік мақала**

5 Киров В.А., Михайличенко Г.Г. Аналитический метод вложения симплектической геометрии // Сибирские электронные математические известия –2017. –Т.14. –С.657-672. doi: 10.17377/semi.2017.14.057. – URL: <http://semr.math.nsc.ru/v14/p657-672.pdf>. (дата обращения: 08.01.2017). - **электронды журнал**

7. Әдебиеттер тізімінен соң автор өзінің библиографиялық мәліметтерін орыс және ағылшын тілінде (егер мақала қазақ тілінде орындалса), қазақ және ағылшын тілінде (егер мақала орыс тілінде орындалса), орыс және қазақ тілінде (егер мақала ағылшын тілінде орындалса) жазу қажет. Соңынан транслиттік аударма мен ағылшын тілінде берілген әдебиеттер тізімінен соң әр автордың жеке мәліметтері (қазақ, орыс, ағылшын тілдерінде – ғылыми атағы, қызметтік мекенжайы, телефоны, e-mail-ы) беріледі.

8. *Редакцияның мекенжайы:* 010008, Қазақстан, Астана қаласы, Қ.Сәтпаев көшесі, 2, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Бас ғимарат, 408-кабинет. Телефоны: (7172) 709-500 (ішкі 31-428). E-mail: vest_math@enu.kz. Сайт: bulmathmc.enu.kz.

Provision on articles submitted to the journal
"Bulletin of L.N. Gumilyov Eurasian National University.
Mathematics. Computer Science. Mechanics Series"

The journal editorial board asks the authors to read the rules and adhere to them when preparing the articles, sent to the journal. Deviation from the established rules delays the publication of the article.

1. Submission of articles to the scientific publication office means the authors' consent to the right of the Publisher, L.N. Gumilyov Eurasian National University, to publish articles in the journal and the re-publication of it in any foreign language.

2. The scientific publication office accepts the article (in electronic and printed, signed by the author) in Tex- and Pdf-files, prepared in the LaTeX publishing system with mandatory use of the original style log file. The style log file can be downloaded from the journal website *bulmathmc.enu.kz*. Authors also need to submit a cover letter.

3. The volume of the article should not exceed 18 pages (from 6 pages). The article, exceeding this volume is accepted for publication in exceptional cases by a special decision of the journal Editorial Board.

4. The text of the article begins with the IRSTI (International Rubricator of Scientific and Technical Information), then followed by the Initials and Surname of the author (s); full name of organization, city, country; E-mail of the author (s); the article title; abstract. Abstract should consist of 150-250 words, it should not contain cumbersome formulas, the content should not repeat the article title, abstract should not contain references to the text of the article and the list of literature), abstract should be a brief summary of the article content, reflecting its features and preserving the article structure - introduction, problem statement, goals, history, research methods, results with its discussion, conclusion.

5. Tables are included directly in the text of the article; it must be numbered and accompanied by a reference to them in the text of the article. Figures, graphics should be presented in one of the standard formats: PS, PDF, TIFF, GIF, JPEG, BMP, PCX. Bitmaps should be presented with a resolution of 600 dpi. All details must be clearly shown in the figures.

6. The list of literature should contain only those sources (numbered in the order of quoting or in the order of the English alphabet), which are referenced in the text of the article. References to unpublished issues, the results of which are used in evidence, are not allowed. Authors are recommended to exclude the reference to pages when referring to the links and guided by the following template: chapter number, section number, paragraph number, theorem number (lemmas, statements, remarks to the theorem, etc.), number of the formula. For example, "..., see [3, § 7, Lemma 6]"; "..., see [2], a remark to Theorem 5". Otherwise, incorrect references may appear when preparing an English version of the article.

Template

1 Воронин С. М., Карацуба А. А. Дзета-функция Римана. -М: Физматлит, -1994, -376 стр.-**book**

2 Баилов Е. А., Сихов М. Б., Темиргалиев Н. Об общем алгоритме численного интегрирования функций многих переменных // Журнал вычислительной математики и математической физики -2014. -Т.54. № 7. -С. 1059-1077. - **journal article**

3 Жубанышева А.Ж., Абикенова Ш. О нормах производных функций с нулевыми значениями заданного набора линейных функционалов и их применения к поперечниковым задачам // Функциональные пространства и теория приближения функций: Тезисы докладов Международной конференции, посвященная 110-летию со дня рождения академика С.М.Никольского, Москва, Россия, 2015. - Москва, 2015. -С.141-142. - - **Conferences proceedings**

4 Нургазина К. Рыцарь математики и информатики. -Астана: Каз.правда, 2017. 19 апреля. -С.7. **newspaper articles**

5 Кыров В.А., Михайличенко Г.Г. Аналитический метод вложения симплектической геометрии // Сибирские электронные математические известия -2017. -Т.14. -С.657-672. doi: 10.17377/semi.2017.14.057. - URL: <http://semr.math.nsc.ru/v14/p657-672.pdf>. (дата обращения: 08.01.2017). - **Internet resources**

7. At the end of the article, after the list of references, it is necessary to indicate bibliographic data in Russian and English (if the article is in Kazakh), in Kazakh and English (if the article is in Russian) and in Russian and Kazakh languages (if the article is English language). Then a combination of the English-language and transliterated parts of the references list and information about authors (scientific degree, office address, telephone, e-mail - in Kazakh, Russian and English) is given.

8. *Address:* 010008, Republic of Kazakhstan, Astana, Satpayev St., 2., L.N. Gumilyov Eurasian National University, Main Building, room 408). *E-mail:* vest_math@enu.kz. *Сайт:* bulmathmc.enu.kz.

Правила представления работ в журнал
"Вестник Евразийского национального университета имени Л.Н.Гумилева.
Серия Математика. Информатика. Механика"

Редакция журнала просит авторов ознакомиться с правилами и придерживаться их при подготовке работ, направляемых в журнал. Отклонение от установленных правил задерживает публикацию статьи.

1. Отправление статьи в редакцию означает согласие автора (авторов) на право Издателя, Евразийского национального университета имени Л.Н. Гумилева, издания статьи в журнале и переиздания их на любом иностранном языке.

2. В редакцию (в бумажном виде, подписанном всеми авторами и в электронном виде) представляются Tex- и Pdf-файлы работы, подготовленные в издательской системе LaTeX, с обязательным использованием оригинального стилевого файла журнала. Стилиевой файл можно скачать со сайта журнала *bul-mathmc.enu.kz*. А также авторам необходимо представить в редакцию Сопроводительное письмо.

3. Объем статьи не должен превышать 18 страниц (от 6 страниц). Работы, превышающие указанный объем, принимаются к публикации в исключительных случаях по особому решению Редколлегии журнала.

4. Текст работы начинается с рубризатора МРНТИ (Международный рубризатор научно-технической информации), затем следуют инициалы и фамилия автора(ов), полное наименование организации, город, страна, E-mail автора(ов), заглавие статьи, аннотация. Аннотация должна состоять из 150-250 слов, не должна содержать громоздкие формулы, по содержанию не должна повторять название статьи, не должна содержать ссылки на текст работы и список литературы, должна быть кратким изложением содержания статьи, отражая её особенности и сохранять структуру статьи - введение, постановка задачи, цели, история, методы исследования, результаты с их обсуждением, заключение, выводы.

5. Таблицы включаются непосредственно в текст работы, они должны быть пронумерованы и сопровождаться ссылкой на них в тексте работы. Рисунки, графики должны быть представлены в одном из стандартных форматов: PS, PDF, TIFF, GIF, JPEG, BMP, PCX. Точечные рисунки необходимо выполнять с разрешением 600 dpi. На рисунках должны быть ясно переданы все детали.

6. Список литературы должен содержать только те источники (пронумерованные в порядке цитирования или в порядке английского алфавита), на которые имеются ссылки в тексте работы. Ссылки на неопубликованные работы, результаты которых используются в доказательствах, не допускаются.

Авторам рекомендуется при оформлении ссылок исключить упоминание страниц и руководствоваться следующим шаблоном: номер главы, номер параграфа, номер пункта, номер теоремы (леммы, утверждения, замечания к теореме и т.п.), номер формулы. Например, "..., см. [3; § 7, лемма 6]"; "..., см. [2; замечание к теореме 5]". В противном случае при подготовке англоязычной версии статьи могут возникнуть неверные ссылки.

Примеры оформления списка литературы

1 Воронин С. М., Карацуба А. А. Дзета-функция Римана. -М: Физматлит, -1994, -376 стр. - **книга**

2 Баилов Е. А., Сихов М. Б., Темиргалиев Н. Об общем алгоритме численного интегрирования функций многих переменных // Журнал вычислительной математики и математической физики -2014. -Т.54. № 7. -С. 1059-1077. - **статья**

3 Жубанышева А.Ж., Абикенова Ш. О нормах производных функций с нулевыми значениями заданного набора линейных функционалов и их применения к поперечниковым задачам // Функциональные пространства и теория приближения функций: Тезисы докладов Международной конференции, посвященной 110-летию со дня рождения академика С.М.Никольского, Москва, Россия, 2015. - Москва, 2015. -С.141-142. - **труды конференции**

4 Нургазина К. Рыцарь математики и информатики. -Астана: Каз.правда, 2017. 19 апреля. -С.7. - **газетная статья**

5 Кыров В.А., Михайличенко Г.Г. Аналитический метод вложения симплектической геометрии // Сибирские электронные математические известия -2017. -Т.14. -С.657-672. doi: 10.17377/semi.2017.14.057. - URL: <http://semr.math.nsc.ru/v14/p657-672.pdf>. (дата обращения: 08.01.2017). - **электронный журнал**

7. После списка литературы, необходимо указать библиографические данные на русском и английском языках (если статья оформлена на казахском языке), на казахском и английском языках (если статья оформлена на русском языке) и на русском и казахском языках (если статья оформлена на английском языке). Затем приводится комбинация англоязычной и транслитерированной частей списка литературы и сведения по каждому из авторов (научное звание, служебный адрес, телефон, e-mail - на казахском, русском и английском языках).

8. Адрес редакции: 010008, Казахстан, г. Астана, ул. Сатпаева, 2, Евразийский национальный университет имени Л.Н.Гумилева, учебно-административный корпус, каб. 408. Тел: (7172) 709-500 (вн. 31-428). E-mail: vest_math@enu.kz. Сайт: bulmathmc.enu.kz.

Бас редактор:

Н. Темірғалиев

Жауапты редактор:

А. Ж. Жұбанышева

Жауапты хатшы:

А. Нұрболат

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің
хабаршысы. Математика. Информатика. Механика сериясы.
- 2019. 1(126)- Астана: ЕҰУ. 80-б.
Шартты б.т. - 16. Таралымы - 25 дана.

Мазмұнына типография жауап бермейді

Редакция мекен-жайы: 010008, Қазақстан Республикасы, Нұр-Сұлтан қ.,
Сәтпаев көшесі, 2.

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті
Тел.: +7 (7172) 70-95-00(ішкі 31-410)

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің баспасында басылды