14.04.2024, 07:44 Ltenb pa6oTI>i

#### Front matter

title: "OTVeT TO aa6opaTO HOW pa6oTe №7

MaTeMaTnqecKoe MoqearipOBaHne" sUbtitle: "Mopeab pacnpOCTpaHeHrie pemaMbl. BapnaHT №59" author: KyqeHKo MaKCkIM

H6H6 -02-21, 1032217048"

#### Generic otions

lang: ru-RU toe-title: "Co,o,epva rie"

### Bibliography

bibliography: bib/cite.bib csl: pandoc/csI/post-r-7-0-5-2008-numeric.csl

### Pdf output format

toc: true # Table of contents toc-depth: 2 lof: true # List of figures fontsize: 12pt linestretch: 1.5 papersize: a4 documentclass: scrreprt

### I18n polyglossia

polyglossia-lang: name: russian options: - speIIing=modern - babeIshorthands=true polyglossia- otherlangs: name: english

### I18n babel

babel-lang: russian babel-otherlangs: english

### Fonts

mainfont: Times New Roman romanfont: Times New Roman sansfont: Times New Roman monofont: Times New Roman mainfontoptions: Ligatures=TeX romanfontoptions: Ligatures=TeX sansfontoptions: Ligatures=TeX,ScaIe=MatchLowercase monofontoptions: Scale=MatchLowercase,ScaIe=0.9

### Biblatex

14.04.2024, 07:44 Цeлb paбoTI>i

biblatex: true biblio-style: "gost-numeric" biblatexoptions:

* parentracker=true
* backend=biber
* hyperref=auto
* Ianguage=auto
* autoIang=other\*
* citestyle=gost-numeric

#### Pandoc-crossref LaTeX customization

figureTitle: "Pøc." tableTitle: "Ta6/iriu,a" IistingTitle: "/lPìCTø r" IofTitle: "CFIHCOK PI/l/lł€iCT|DãLtPIÑ" IOITitIe:

"7 PICTri rri"

##### Misc options

indent: true header-includes:

* \usepackage{indentfirst)
* \usepackage{fIoat) # keep figures where there are in the text
* \fIoatpIacement(figure){H) # keep figures where there are in the text

# Çeлu pabOTbl

Pł3yчriTb ri nocTpoøTb Mo,ąeлb 3ØØeKTriBHocTø peклaMbl.

TeopeTичecKoe BBeдe иe. nocTpoe иe

# MaTeMaTnчecKoú Moдeли.

OpraHri3yeTcя peK/iaMHdFl KdMndHIflR HOBOFO TOBd|Da ø/w yc/iyrn. Heo6xo,ąrlMO, VTO6bI npø6bI/Ib 6y,в,yщøx npopav C Ifl3ÔblTKOM FIOK|DbIBã/Id ø3pepvKø Ha peK/iaMy. BHaqa/ie pacxOpbi MoryT npeBbiLLlóTb n |Dø6bl/l b, nOCKO/ibKy zø uJb Maltas VãCTb noTeHцøa/l bHbix noKynaTe/ieú 6yą,eT

L1H O|DMH|DOBdHó 0 HOBS HKe. 3aTeM, npø yBe/iøqeH øø qøc/ia n pO/țaW, BO3pacTaeT ø n|DH6bI/l b, H, HaKo eц, acTynиT MoMe T, KOF/tčI |DblHOK HčlCblTklTbCя, и peклaM›’l |DOBčlTb TOBó|D CTa eT 6ecnoлe3 blM.

Npe,o,noaovriM, WTO ToproBbiMri yupev,ąe riFlMri pea/iri3yeTce eKoTopan npo,ąyKu,rin, O KOTO|DOÑ B MoMe T BpeMe ø $t$ H3 vricaa noTe qria/lbHbiX noKynaTe/ieú $N$ 3 aeT /iriLub $n$ noKynaTe/ieú. ,б,/ie ycKope riFI C6bITa npopyKqriPl 3anycKaeTcn peK/iaMa no paprio, Te/ieBri,ąe øe ri ,ąpyrrix cpe,ącTB

14.04.2024, 07:44 Цель работы

массовои информации. После запуска рекламнои кампании информация о продукции начнет распространяться среди пoтeнцпaаьныx покупателеи путем общения друг с другом. Таким образом, после запуска рекламных объявлений скорость изменения числа знающих о прорукцпи аюqеи пропорционааьна как qncay знающих о товаре покупателеи, так п qncay покупателеи о нем не знающих

Моде/іь ретамнои кампанпп оппсывается с/іерующгіми ве/іиqинамп. Сqгітаем, qтo $\frac(dn) (dt}$ - скорость изменения со временем qric/ia потребгіте/іеи, узнавіzтх о товаре п готовых его купить, $t$ - время, проіzіе,в,шее с нaqa/ia ретамнои кампанпп, $N$ - общее qnc/io потенцпа/іьных п/іатежеспособных покупате/іеи, $n(t)$ - qnc/io уже пнформпрованных к/іпентов. Эта ве/іичина пропорциона/іьна числу покупателеи, еще не знающих о нем, это описывается следующим образом $\aIpha \_1(t)(N-n(t))$, где $\aIpha \_1>0$ - характеризует интенсивность рекламнои кампании (зависит от затрат на рекламу в данный момент времени). Nомимо этого, узнавшие о товаре потребите/іи также распространяют полученную информацию среди потенциа/іьных покупателеи, не знающих о нем (в этом случае работает т.н. сарафанное радио). Этот вклад в рекламу описывается ве/іичиной $\aIpha \_2(t)n(t)(N-n(t))$. эта ве/іичина увеличивается с увеаииением потребителей узнавших о товаре.

Математпqеская моqе/іь распространенгія рек/іамы описывается уравнением:

$$\frac(dn}(dt) = Цalpha \_1(t) + \aIpha \_2(t)n(t))(N-n(t))$$

Пpri $\aIpha \_1(t) > > \aIpha \_2(t)$ по/іуqается моqе/іь тгіпа моqе/іи Ма/іьтуса, решение которои гімеет вид

График реіzіения уравнения моде/іи Ма/іьтуса( #fig:0001 width=70% height=70% )

В обратном c/iyvae $\aIpha \_1(t) < < \aIpha \_2(t)$ пo/iyvaeм уравнение /іогистиvескои кривой График аогистииескои кривой( #fig:0002 width=70% height=70% )

Задание

Вариант 59

Построите график распространения рек/іамы, математгіческая модель которой описывается следуощпм уравнением:

1. $\frac(dn}(dt) = (0.74 + 0.000047n(t))(N-n(t))$
2. $\frac(dn}(dt) = (0.000047 + 0.84n(t))(N-n(t))$
3. $\frac(dn}(dt) = (0.84\cos(t) + 0.84tn(t))(N-n(t))$

Npи этом объем аудитории $N = 709$, в нача/іьный момент о товаре знает 4 человека.

Для случая 2 опререаите в какои момент времени скорость распространения рекламы бyдeт иметь максимальное значение.

Buiпoл e иe лa6OpãTO HOú pa6oTbl

PeweHne c noMOi1țbo N|DOF|DãMM

###### Julia

KOp nporpaMMbl ,0,/in nepBoro c/iyqae $\frac(dn}(dt) = (0.74 + 0.000047n(t))(N-n(t))$:

using Plots

using DifferentialEquations

N 709

n0 4

function ode\_fn(du, u, p, t)

(n) u

du[1] = (0.74 + 0.000047\*u[1])\*(N - u[1])

end

v0 [n0]

tspan = (0.0, 30.0)

prob = ODEProblem(ode\_fn, v0, tspan) sol = solve(prob, dtmax = 0.05)

n = [u[1] for u in sol.u]

T = [t for t in sol.t]

plt = plot(

plot!(

dpi 300,

title = ”3ØØeKT BHOCTb peKnamb ",

legend = false)

plt,

T,

n,

color = :blue) savefig(plt, "lab07\_1.png")

KO,o, nporpaMMbl /t/IFI BTOporo c/iyuaя $\frac(dn}(dt) = (0.000047 + 0.84n(I))(N-n(t))$:

using Plots

using DifferentialEquations

N 709

n0 4

function ode\_fn(du, u, р, t)

(n) u

du[1] = (0.000047 + 0.84\*u[1])\*(N - u[1])

end

v0 [n0]

tspan = (0.0, 0.1)

prob = ODEProblem(ode\_fn, v0, tspan) sol = solve(prob)

n = [u[1] for u in sol.u] T = [t for t in sol.t]

max\_dn = 0; max dn t = 0; max\_dn\_n = 0;

for (i, t) in enumerate(T)

if sol(t, Val{1})[1] > max\_dn global max\_dn = sol(t, Val{1})[1] global max\_dn\_t = t

global max\_dn\_n = n[i]

end end

plt plot(

dpi 300,

t it1e = "ЗффеКТиВНОСТЬ реКламЬl",

legend = false)



plot!(

plt,

Т,

n,

color = :blue)

plt, [max\_dn\_t], [max\_dn\_n],

seriestype = :scatter, color = :red)

savefig(plt, "lab07\_2.png")

KO,o, nporpaMMbl /t/iя TpeTbero cayuaя $\frac(dn}(dt) = (0.84\cos(t) + 0.84tn(t))(N-n(t))$:

using Plots

using DifferentialEquations

N 709

n0 4

f-unct:ton ode\_f-n(du, u, р, t)

(n) u

du[1] = (0.84\*sin(t) + 0.84\*t\*u[1])\*(N - u[1])

end

v0 [n0]

tspan = (0.0, 0.1)

prob = ODEProblem(ode\_fn, v0, tspan)

sol = solve(prob, dtmax = 0.05) n = [u[1] for u in sol.u]

Т = [t for t in sol.t]

plt = plot(

dpi 300,

title = ”ЗффеКТиВНОСТЬ peKnamы ",

legend = false)



plt,

Т,

n,

color = :blue) savefig(plt, "lab07\_3.png")

Pe3yzibTaTbl }забоТЬІ KO/\a На JUlia

графгіК распроСТраненгія реклаМЬl /t/iя nepBoгo c/iyuaя, rloCTpoeннblfi на R3biKe Julia( #fi§:001

width=70% height=70% )

графгіК аспроСТраненгія реклаМЬl /t/lFi BToporo случая, посТроеннЬlЄ на Fl3biKe Julia( #fig:002 width=70О/о height=70O/o )

rpaфriK распросТраНеНпя реклаМЬl /t/iя TpeTbero случая, nocTpoeHHblfi на R3biKe Julia( #fi§:003 width=70О/о height=70O/o )

##### OpenModelica

KO,o, nporpaMMbl для nepBoгo c/iyuaя $\frac(dn}(dt) = (0.74 + 0.000047n(t))(N-n(t))$:

model lab07\_1 Real N = 709; Real n;

initial equation n 4;

equation

der(n) = (0.74 + 0.000047\*n)\*(N-n);

annotation(

experiment(StartTime = 0, StopTime = 30, Tolerance = 1e-6, Interval = 0.05)); end lab07\_1;

KO,o, nporpaMMbl ,g,/lFI BTOporo c/iyvan $\frac(dn}(dt) = (0.000047 + 0.84n(t))(N-n(t))$:

model lab07\_2 Real N = 709; Real n;

initial equation n 4;

equation

der(n) = (0.000047 + 0.84\*n)\*(N-n);

annotation(

experiment(StartTime = 0, StopTime = 0.1, Tolerance = 1e-6, Interval = 0.002)); end lab07\_2;

KO,q nporpaMMbl /0,/Іп TpeTbero c/iyqae $\frac(dn)(dt) = (0.84\cos(t} + 0.84tn(t))(N-n(t))$:

model lab07\_3 Real N = 709; Real n;

initial equation n 4;

equation

der(n) = (0.84 \* sin(time) + 0.84\*time\*n)\*(N-n); annotation(

experiment(StartTime = 0, StopTime = 0.1, Tolerance = 1e-6, Interval = 0.002)); end lab07\_3;

###### Pe3yzibTaTbl рабОТы xopa на OpenModelica

графгіК распроСТраненгія реклаМЬl /t/iя nepBoгo c/iyuaя, гlоСТроеннЬіи с поМощЬю

OpenModelica

( #fig:004 width=70% height=70% )

графгіК распроСТраненгія реклаМЬl /t/lя BToporo c/iyuaя, посТроеннЬіи с поМощЬю

OpenModelica

( #fig:005 width=70% height=70% )

графгіК pacnpocTpaHeHne реклаМЬl /t/ie TpeTbero случая, nocTpoeHHbifi с noMOLLtbFO

OpenModelica

( #fig:006 width=70% heipht=70% )

## АНа/1иЗ пОпуvенных реЗупьТаТОВ. СраВнение

R3bIKOB.

В nTore npo,в,e/iaHHOkl |Dd6OTbl МЫ ПOCT|DOH/in rpaфnKkl pacПpOCTpaHeHnя peK/iaMbl /t/lя Трех c/iyqaeB На f-I3bIKaX Julia п OpenModelica. FlOCTpoeHne Mo,qe/in распрОСТраНеНпя pemaMbl Нб Fl3biKe

OpenModeliCa ЗаНпМаеТ ЗначпТелЬно МенЬше cTpoK, чеМ аналогичное посТроенгіе на Julia. KpoMe Того, посТроенпя на пЗЬіКе OpenModelica npOBO/\FITCFI ОТНоспТелЬнО Значение ВреМенп t по уМолчангію, qTo упрощаеТ нawy рабоТу.

## BьIBOQ

В ходе ВЬіполНеНгія лабораТорной рабоТЬі 6bI/la иЗучеНа Мо,з,елЬ аффеКТпВНОсТп реклаМЬl kl В

,gалЬНейшеМ nocTpoeHa Мо,о,елЬ на R3blKax Julia и Open Modelica.

Список ппТераТуры. бпЬлиогра@и».

1. /toKyMeHTaQrie по JUIÏd: https://docs.juIialang.org/en/v1/
2. /toKyMeHTaQrie по OpenModelica: https://openmodelica.org/
3. PeizieHne ,о,пффереНцпа/ІЬНЬіх ураВНеНгіи' [https://www.wolframalpha.com/](http://www.wolframalpha.com/)
4. МалЬТуЗгіаНСКая Mo,qeлb pOCTa:

[https://www.stolaf.edu//people/mckelvey/envision.dir/malthus.html](http://www.stolaf.edu//people/mckelvey/envision.dir/malthus.html)