

## Programos GraphiXT priedų daugiasluoksnių sistemų krūvininkų kinetikai modeliuoti pakeitimų sąrašas

Čia pateiktas pakeitimų sąrašas kiekvienai failų CarrierFunc.dll ir CarrierParms.exe versijai, kurią buvo galima atsisiųsti iš interneto ([www.graphixt.com](http://www.graphixt.com)), iki dabartinės versijos, t. y.

CarrierFunc.dll	v.0.75.19.4
CarrierParms.exe	v.0.75.15.4

Versijos numerio sandaros aiškinimas:

CarrierFunc:	XX.YY.ZZ.F
CarrierParms:	XX.YY.VV.P
GraphiXT:	AA.BB.F.P

Pirmieji du skaičiai (XX.YY) nusako modelio parametrų ir funkcijų rinkinį. Šie du skaičiai padidėja tada, kai įterpiami arba pašalinami parametrai ir funkcijos arba pasikeičia parametrų ir funkcijų prasmė. Šie du skaičiai turi būti vienodi CarrierFunc.dll ir CarrierParms.exe, nes abu šie failai turi atitikti tą patį parametrų ir funkcijų rinkinį (priešingu atveju šie du failai būtų nesuderinami tarpusavyje). Trečiasis CarrierFunc.dll versijos numerio skaičius (ZZ) padidėja tada, kai patobulinamas skaičiavimo algoritmas arba ištaisomos skaičiavimo klaidos. Trečiasis CarrierParms.exe versijos numerio skaičius (VV) padidėja tada, kai patobulinama programos CarrierParms.exe vartotojo grafinė sąsaja arba ištaisomos jos klaidos arba pakeičiamas GraphiXT priedo krūvininkų kinetikai modeliuoti aprašas. Padidėjus kuriam nors iš pirmųjų dviejų skaičių (XX arba YY), trečiasis skaičius (ZZ ir VV) tampa lygus 10 arba mažesniau skaičiui. Ketvirtieji CarrierFunc.dll ir CarrierParms.exe versijų numerių skaičiai (F ir P) nusako tų failų suderinamumą su programa GraphiXT.exe. Jie pasikeičia tik tada, kai pasikeičia taisyklės, pagal kurias programa GraphiXT.exe „bendrauja“ su kitomis dviem programomis. Kad būtų įmanoma įkelti į atmintį failus CarrierFunc.dll ir CarrierParms.exe, failo CarrierFunc.dll versijos numerio ketvirtasis skaičius (F) turi sutapti su programos GraphiXT.exe versijos numerio trečiuoju skaičiumi, o CarrierParms.exe versijos numerio ketvirtasis skaičius (P) turi sutapti su programos GraphiXT.exe versijos numerio ketvirtuoju skaičiumi.

Visi pakeitimai sugrupuoti į tris grupes:

- I. Modelio parametrų ir funkcijų skaičiaus arba jų prasmės pakeitimai (šie pakeitimai yra bendri abiemis minėtoms programoms; juos atitinka pirmųjų dviejų versijos numerio skaičių pasikeitimas),
- II. Programos CarrierFunc.dll pakeitimai, kurie susiję su skaičiavimo algoritmo tobulinimu ir skaičiavimo klaidų ištaisymu (šiuos pakeitimus atitinka programos CarrierFunc.dll versijos numerio trečiojo ir ketvirtojo skaičių pasikeitimas);
- III. Programos CarrierParms.exe pakeitimai, kurie susiję su vartotojo grafinės sąsajos tobulinimu, jos klaidų ištaisymu arba programos GraphiXT priedo krūvininkų kinetikai modeliuoti aprašo pakeitimais (šiuos pakeitimus atitinka programos CarrierParms.exe versijos numerio trečiojo ir ketvirtojo skaičių pasikeitimas).

Pakeitimų sąrašė, kuris toliau pateiktas, visų pirma nurodomas versijos numeris, o paskui išvardijami skirtumai tarp tos versijos ir ankstesniosios versijos. Pradedant nuo v.0.75.13, šalia versijos numerio nurodoma ir programos kompiliavimo data.

# I. Modelio parametrų ir funkcijų skaičiaus arba jų prasmės pakeitimai

## 0.61:

Įterptos naujos laiko funkcijos, kurios yra lygios koordinatės funkcijų, atitinkančių kiekvieną iš sistemą sudarančių sluoksnių, vidutinėms vertėms tame sluoksnyje.

## 0.62:

1. Įterpti du nauji laisvųjų krūvininkų parametrai – krūvininkų koncentracijos prie duotojo sluoksniu kraštų. Priklausomai nuo vartotojo pasirinkimo, tos koncentracijos gali būti naudojamos arba ne. Ši pasirinktis yra parametrų redaktoriaus kortelėje „Skiriamųjų paviršių pralaidumas“. Pastovias krūvininkų koncentracijas galima naudoti tik kartu su pasirinktimi „Skiriamasis paviršius elgiasi kaip begalinės talpos krūvininkų rezervuaras“. Uždavus pastovią duotųjų laisvųjų krūvininkų koncentracijos vertę ant skiriamojo paviršiaus, gali sumažėti modeliavimo trukmė, pvz., modeliuojant nusistovėjusią srovę, kuri teka metalo ir puslaidininkio ominių kontaktu (prie tokio kontakto puslaidininkio krūvininkų koncentracijos visą laiką yra lygios savo pusiausvirosioms vertėms, kurios atitinka termodinaminę pusiausvyrą).
2. Įterptos penkios naujos laiko funkcijos: duotojo sluoksniu (posluoksniu) vidutinis erdvinio krūvio tankis, vidutinis elektrinio lauko stipris, dešiniojo krašto potencialas, dešiniojo ir kairiojo kraštų potencialų skirtumas, vidutinis laidumo srovės tankis.
3. Pakeistas erdvinio arba paviršinio krūvio tankio matavimo vieneto pavadinimas, kuris įeina į atitinkamų funkcijų numatytuosius pavadinimus (tie krūvio tankiai išreiškiami elementariaisiais krūviais tūrio arba ploto vienetui). Anksčiau tų funkcijų pavadinimuose buvo nurodytas vienetas „1/cm<sup>3</sup>“ arba „1/cm<sup>2</sup>“, o dabar naudojamas tikslesnis užrašas „e/cm<sup>3</sup>“ arba „e/cm<sup>2</sup>“ (čia „e“ yra įprastinis elementariojo krūvio žymuo).

## 0.70:

1. Įterpti šie nauji skaičiavimo algoritmo parametrai:
  - a) mažiausia grafiko ir modeliavimo laiko žingsnių santykio vertė („minR“) (ankstesniojoje versijoje ji buvo lygi 1);
  - b) galimybė įjungti arba išjungti mažėjančią modeliavimo laiko žingsnį tarp gretimų laiko verčių, kurios atitinka apskaičiuotas  $f(t)$  funkcijų vertes (ankstesniojoje versijoje modeliavimo laiko žingsnis būdavo apytiksliai pastovus);
  - c) galimybė automatiškai sustabdyti modeliavimą pasiekus stacionarią būseną;
  - d) būsenos stacionarumo kriterijus: adaptyvaus eksponentinio glodinimo parametro vertė, iki kurios sumažėjus tam parametrai, modeliavimas sustabdomas („alphaMin“);
  - e) galimybė įjungti arba išjungti „voltamperinės charakteristikos skaičiavimo veiką“, tiksliau – tokią veiką, kai programa apskaičiuoja stacionarių sistemos būsenų seką, atitinkančią kelias pastovias išorinių poveikių (išorinės įtampos ir apšvietimo) vertes;
  - f) įjungus „VAch skaičiavimo veiką“, atsiranda galimybė užduoti du tos veikos parametrus – intervalą tarp laiko verčių, kurios naudojamos skaičiuojant išorinių poveikių vertes pagal atitinkamas laikines priklausomybes („interval“), ir didžiausią vienos būsenos modeliavimo laiką („maxTime“).
2. Įterpti šie nauji išoriniai parametrai (jie yra naudojami tik dviejų elektrodų konfigūracijoje):
  - a) išorinės grandinės varža („R“);
  - b) išorinės grandinės talpa („C“);
  - c) elektrodo plotas („S“) (jis reikalingas skaičiuojant pilnutinę elektros srovę, kuri reikalinga, pvz., apskaičiuojant įtampos kritimą išorinės grandinės varžoje);

- d) parametras, kuris nurodo, ar išorinio įtampos šaltinio pradinis potencialas yra lygus elektrodo, kurio potencialas keičiamas, pradiniam potencialui;
- e) jeigu anksčiau minėto parametro būseną yra „išjungta“, tada atsiranda galimybė atskirai užduoti išorinio įtampos šaltinio pradinį potencialą (to potencialo ir atitinkamo elektrodo pradinio potencialo skirtumas yra lygus pradiniam įtampos kritimui išorinės grandinės varžoje).
3. Įterpti šie nauji fotogeneracijos parametrai:
- a) Nauja parametru grupė – „Šviesos spektro komponentių parametrai“. Šioje grupėje galima sukurti iki 100 šviesos spektro komponentių, kurių kiekviena apibūdinama savo svoriniu daugikliu (jis lemia santykinę tos komponentės fotonų dalį pilnutiniame šviesos sraute) ir savo silpimo koeficientu (daugiasluoksnyje sistemoje silpimo koeficientas gali būti skirtingas skirtinguose sistemos sluoksniuose).
- b) Sąrašo lauke „Fotogeneracijos kvantinis našumas“ įterptas dar viena eilutė „Užduodamas kiekvienai komponentei“. Pasirinkus šią eilutę, teksto laukas, kuris yra šalia to sąrašo lauko, yra pakeičiamas mygtuku „Kvantiniai našumai...“. Spustelėjus šį mygtuką, atsiranda dialogo langas, kuriame galima užduoti pasirinkto fotogeneracijos vyksmo kvantinį našumą, atitinkantį kiekvieną spektro komponentę. Jeigu lauke „Fotogeneracijos kvantinis našumas“ pasirinkta eilutė „Konstanta“, tada visų spektro komponentių kvantiniai našumai yra vienodi, o jų vertė nurodoma minėtame teksto lauke. Be to, šiuo atveju atsiranda galimybė „išjungti“ kai kurias spektro komponentes (t. y. atitinkamą kvantinį našumą prilyginti nuliui). Tam naudojamas mygtukas „Spektro komponentės, kurios sukelia šį vyksmą...“. Spustelėjus šį mygtuką, atsiranda dialogo langas su visų spektro komponentių sąrašu. Tame sąrašė pažymėtos eilutės atitinka „aktyvias“ spektro komponentes (t. y. komponentes, kurių kvantinis našumas nurodytas minėtame teksto lauke), o nepažymėtos eilutės atitinka „neaktyvias“ spektro komponentes (t. y. komponentes, kurių kvantinis našumas lygus nuliui).
4. Įterptos šios naujos funkcijos:
- Pilnutinė sluoksnio elektros srovė ( $A$ ),
  - Išorinio įtampos šaltinio srovė ( $A$ ),
  - Išorinės grandinės talpos srovė ( $A$ ),
  - Išorinio įtampos šaltinio potencialas ( $V$ ),
  - Įtampos kritimas išorinės grandinės varžoje ( $V$ ).

#### 0.74:

1. Įterptas naujas skaičiavimo algoritmo parametras, kuris „įjungia“ arba „išjungia“ daugelio gijų veiką (angl. *multithreading*). Ši pasirinktis gali pagreitinti modeliavimo procesą, kai yra naudojamas kompiuteris, kuriame yra daugiau negu vienas procesorius.
2. Įterptas naujas skaičiavimo algoritmo parametras, kuris leidžia pasirinkti, kurių krūvininkų arba gaudyklių koncentracijos atžvilgiu yra apibrėžiamas didžiausias leidžiamas santykinis krūvininkų koncentracijos pokytis per vieną modeliavimo laiko žingsnį. Tą santykinį pokytį galima apibrėžti atžvilgiu krūvininkų arba gaudyklių, kurių koncentracija tame mazge yra didžiausia, arba atžvilgiu krūvininkų, kurių koncentracija tame mazge sparčiausiai kinta laike.
3. Įterptas naujas skaičiavimo algoritmo parametras, kuris užduoda mažiausią modeliuojamo proceso trukmės ir grafiko laiko žingsnio santykį. t. y. mažiausią galutinį  $f(t)$  kreivių taškų skaičių.
4. Skaičiavimo algoritmo parametras, kuris „įjungdavo“ arba „išjungdavo“ modeliavimo laiko žingsnio mažinimą, pakeistas kitu parametru, kuris „įjungia“ arba „išjungia“ koncentracijų kitimo spartų priklausomybių nuo laiko adaptyvųjį eksponentinį glodinimą.
5. Programa dabar gali modeliuoti smūginę jonizaciją (atitinkamai įterpta eilutė „Smūginė jonizacija“ dvipolės generacijos modelių sąrašė, kuris yra parametru redaktoriaus kortelėje „Laisvųjų krūvininkų parametrai“).
6. Įterptas dar vienas dvipolės rekombinacijos fizikinis mechanizmas – Shockley-Read-Hall (SRH) rekombinacija, t. y. rekombinacija per krūvininkų gaudykles – rekombinacijos centrus (atitinkamai įterpta eilutė „Shockley-Read-Hall rekombinacija“ dvipolės rekombinacijos modelių sąrašė, kuris yra parametru redaktoriaus kortelėje „Laisvųjų krūvininkų parametrai“).

7. Pašalintas tūrinių ir paviršinių gaudyklių parametras „Krūvinė būsena, kurios koncentraciją reikia skaičiuoti atimant visų kitų krūvinių būsenų koncentracijas iš pilnutinės gaudyklių koncentracijos“. Dabartinėje programos versijoje modeliavimo metu ta krūvinė būsena kiekviename mazge nustatoma automatiškai – tai yra krūvinė būsena, kurios koncentracija duotajame mazge yra didžiausia.

8. Įterptos šios naujos funkcijos:

Mod. laiko žingsnio skaič. trukmė (s),  
Modeliavimo gijų skaičius,  
Pilnutinė skaičiavimo trukmė (s),  
Pilnutinis modeliavimo laiko žingsnių skaičius.

**0.75:**

1. Įterpta dar viena pasirinktis („Žinomas pagavimo koeficientas“) sąrašo lauke „Pagavimo skerspjūvis“, kuris yra parametru redaktorius kortelėse „Tūrinių gaudyklių parametrai“ ir „Paviršinių gaudyklių parametrai“.
2. Pakeisti parametrai, kurie valdo krūvininkų koncentracijos priklausomybės nuo koordinatės glodinimą.

## **II. Programos CarrierFunc.dll pakeitimai, kurie susiję su skaičiavimo algoritmo optimizavimu ir skaičiavimo klaidų ištaisymu**

CarrierFunc.dll **0.60.12.1:**

Ištaisyta klaida „Access violation“, kai prie elektrodo yra potencialo barjeras.

CarrierFunc.dll **0.60.13.1:**

Ištaisytos klaidos skaičiuojant krūvininkų injekciją per potencialo barjerą, kuris yra skiriamajame paviršiuje tarp dviejų sluoksnių arba tarp sluoksnio ir elektrodo.

CarrierFunc.dll **0.61.10.1:**

Ištaisyta klaida, dėl kurios buvo neįmanoma modeliuoti sistemų, kuriose vienu metu egzistuoja tūrinės ir paviršinės gaudyklės.

Ištaisyta klaida nustatant trumpo šviesos impulso atsiradimo momentą (dėl šios klaidos kartais neatsirasdavo šviesos impulsai, kurių laikas atitinka nelygybę  $t \leq 0$ ).

CarrierFunc.dll **0.62.10.2:**

Programa CarrierFunc.dll dabar apskaičiuoja modeliavimo trukmę (ji rodoma programos GraphiXT.exe dialogo lange „Ribiniai laikai ir duomenų kiekis“).

Pašalintas algoritmo nestabilumas modeliuojant „skaidrius“ skiriamuosius paviršius.

Pakeistas slenkstinės koncentracijos skaičiavimas. Ši koncentracija apskaičiuojama, dauginant vidutinį kiekvienos rūšies laisvųjų krūvininkų ir kiekvienos krūvinės būsenos gaudyklių erdvinio krūvio tankį iš daugiklio „f“, kuris nurodomas parametru redaktorius kortelėje „Skaičiavimo algoritmo parametrai“ (duotosios krūvinės būsenos *paviršinių* gaudyklių vidutinis erdvinio krūvio tankis apibrėžiamas kaip tų gaudyklių paviršinio krūvio tankio ir sistemos storio santykis). Galutinė slenkstinės koncentracijos vertė – tai didžiausias iš visų tokiu būdu apskaičiuotų verčių modulių (įskaičius visus laisvuosius krūvininkus, visus tūrinių bei paviršinių gaudyklių krūvines būsenas, visus „laisvuosius paviršinius krūvius“ ir elektrodų paviršinius krūvius), padalytas iš duotųjų krūvininkų krūvio modulio.

Pakeitimas yra tas, kad anksčiau, jeigu duotosios gaudyklių krūvinės būsenos krūvis buvo nulinis, ta krūvinė būsena vis tiek buvo įskaitoma skaičiuojant slenkstinę koncentraciją – taip, lyg tas krūvis būtų lygus vienam elementariajam krūviui, – o dabartinėje versijoje, skaičiuojant slenkstinę koncentraciją, į nulinio krūvio gaudykles nėra atsižvelgiama.

#### CarrierFunc.dll **0.70.10.3**:

Padidintas einamojo modeliavimo laiko vertės tikslumas. Dabartinėje versijoje einamojo modeliavimo laiko vertei saugoti kompiuterio atmintyje skiriami 128 bitai (du slankiojo kabelio kintamieji po 64 bitus). Tai atitinka maždaug 30 reikšminių skaitmenų tikslumą. Ankstesniosiose versijose einamasis modeliavimo laikas buvo išreiškiamas vienu 64 bitų slankiojo kabelio kintamuoju (tai atitinka 15 reikšminių skaitmenų tikslumą).

Padidintas krūvininkų koncentracijų skaičiavimo tikslumas. Tai pasiekta taikant vadinamąjį „kompensuotos sudėties“ algoritmą (taip pat vadinamą „Kahan‘o sudėties algoritmu“).

Programa CarrierFunc.dll dabar grąžina du modelio pavadinimus – su lietuviškais rašmenimis („Krūvininkų kinetika“) ir be jų („Kruvininku kinetika“), kad pavyktų atidaryti parametrų redaktorių kompiuteriuose, kurie neteisingai atvaizduoja lietuviškus rašmenis. [Šiuos modelio pavadinimus programa GraphiXT.exe lygina su modelio pavadinimu, kuris saugomas faile CarrierParms.exe. Jeigu pavadinimai skiriasi, tada programa GraphiXT.exe praneša, kad parametrų redaktorius atitinka kitą modelį, ir neatidaro jo.]

Dabartinė programos versija leidžia pakeisti modelio parametrus nestabdant skaičiavimo. Jeigu parametrai pakeičiami skaičiavimo metu ir jeigu pakeitus parametrus nesikeičia pradinės sąlygos bei modelio funkcijų skaičius ir jų prasmė, tada, nestabdant skaičiavimo, iš karto po parametrų pakeitimo pradamos naudoti naujosios parametrų vertės.

Ištaisyta klaida, dėl kurios modeliavimo laiko žingsnis retkarčiais galėdavo tapti didesnis už parametro „dtMax“ vertę, kuri nurodyta parametrų redaktoriaus kortelėje „Skaičiavimo algoritmo parametrai“.

Ištaisyta klaida, dėl kurios, esant neapibrėžtiems kai kurių dvipolių virsmų (rekombinacijos, generacijos, fotogeneracijos ir virtimo kitais to paties krūvio krūvininkais) antriniam krūvininkams, buvo neteisingai nuskaitomi tų vyksmų parametrai.

#### CarrierFunc.dll **0.74.10.4**:

Dabar, apskaičiuojant modeliavimo laiko žingsnį, yra naudojamas trijų krūvio tankių, atitinkančių tris gretimus mazgus, vidurkis. Todėl sumažėjo tikimybė, kad modeliavimo laiko žingsnis taps pernelyg mažas. Ankstesniosiose programos versijose taip atsitikdavo tada, kai kuris nors mazgas atsidurdavo krūvininkų „fronto“ srityje, t. y. toje vietoje, kurioje krūvininkų koncentracija yra palyginti maža, bet kinta palyginti sparčiai. Tokiu atveju iš reikalavimo, kad santykinis krūvininkų koncentracijos pokytis per vieną laiko žingsnį neturi viršyti tam tikros ribos, buvo gaunama labai maža laiko žingsnio vertė. Trijų gretimų mazgų krūvio tankių (koncentracijų) vidurkis visada yra didesnis už mažiausiąją koncentraciją, todėl dabartinėje programos versijoje tokia situacija yra mažai tikėtina.

Skaičiuojamo  $f(t)$  kreivių taško laikas dabar yra atnaujinamas kiekviename modeliavimo laiko žingsnyje, remiantis einamąja krūvio tankių kitimo sparta (ankstesniosiose versijose kito  $f(t)$  taško laikas buvo apskaičiuojamas vieną kartą – iš karto po to, kai suformuojamas paskutinijį tašką atitinkantis funkcijų verčių rinkinys). Dabar pastovūs yra tik pirmojo ir paskutiniojo taškų laikai (juos atitinka parametrai „Mažiausias vaizduojamas laikas“ ir „Galutinis laikas“, kurie įvedami programos GraphiXT dialogo lange „Ribiniai laikai ir duomenų kiekis“) bei papildomi laikai (jie įvedami programos GraphiXT dialogo lange „Papildomi laikai“).

Dabartinė versija, tikrindama būsenos stacionarumą, eksponentiškai glodina ne visas koncentracijų vertes, o tik tas, kurios atitinka koncentracijos laikinės išvestinės ženklo pokytį, t. y.

maksimumus ir minimumus. Šis pakeitimas turi įtakos programos veikimui, kai krūvininkų koncentracijos osciliuoja laike. Jeigu tos osciliacijos yra palyginti „glodžios“, t. y. jeigu vienas jų periodas apima kelias glodinamas funkcijų vertes, tada adaptyvaus eksponentinio glodinimo parametras taip pat gali pradėti osciliuoti ir nustoti mažėti. Tačiau, jeigu yra glodinamos tik didžiausios ir mažiausios koncentracijos, tada glodinimo parametras mažėja ir esant minėtosioms osciliacijoms, todėl po tam tikro laiko jis tampa mažesnis už vartotojo įvestą ribinę vertę ir stacionariosios būsenos modeliavimas yra automatiškai sustabdomas.

Jeigu kuris nors vyksmas yra negalimas dėl to, kad nėra apibrėžti jame dalyvaujantys krūvininkai, tada yra atvaizduojamas atitinkamas pranešimas.

Ištaisyta klaida, dėl kurios voltamperinės charakteristikos veikoje skaičiuojant pilnutinę srovę buvo naudojama nenulinė išorinės įtampos laikinės išvestinės vertė (ši išvestinė būdavo apskaičiuojama pagal pasirinktą išorinės įtampos laikinės priklausomybės modelį, nors VACH veikoje modeliavimo metu reikia laikyti, kad išorinė įtampa nepriklauso nuo laiko, t. y. išorinės įtampos laikinė išvestinė turi būti lygi nuliui).

Ištaisyta klaida, dėl kurios modeliavimo laiko žingsnis galėdavo tapti neigiamas, jeigu dviejų elektrodų konfigūracijoje išorinės grandinės varža ir talpa būdavo vienu metu nelygios nuliui.

Programa sukompiliuota naudojant naujesnį kompiliatorių (Microsoft Visual Studio 2010 Professional). Viena iš šio pakeitimo pasekmių yra ta, kad failas CarrierFunc.dll padidėjo maždaug 1,5 MB. Kita pasekmė yra ta, kad dabar programa CarrierFunc.dll neveikia su Windows versijomis, kurios senesnės už Windows XP SP2.

#### CarrierFunc.dll **0.74.12.4:**

Patobulintas grafiko laiko žingsnio apskaičiavimas. Ankstesnėje versijoje buvo neįmanoma užduoti tiksliai apibrėžtą laiko intervalą tarp apskaičiuotų  $f(t)$  funkcijų verčių, dabartinėje versijoje tai yra pasiekama užduodant pakankamai didelį parametą „maxR“ parametru redaktoriaus kortelėje „Skaičiavimo algoritmo parametrai“.

Dabartinė versija gali įterpti papildomas laiko vertes į apskaičiuojamų funkcijų argumentų verčių rinkinį (tie laikai užduodami naudojant programos GraphiXT meniu juostos komandą „Modeliavimo nuostatos / Papildomi laikai“).

#### CarrierFunc.dll **0.75.10.4:**

Patobulinta laisvųjų krūvininkų koncentracijų glodinimo pagal 3 taškus metodika.

Ištaisyta klaida apskaičiuojant vidutinį krūvininkų judrį.

Ištaisyta klaida, kuri pasireiškėdavo, kai modeliavimo pradinis laikas yra tiksliai lygus galutiniam laikui (tada programa nesustodama apskaičiuodavo funkcijų verčių seką, atitinkančią tuos pačius laikus).

#### CarrierFunc.dll **0.75.11.4:**

Ištaisyta pirmojo atvaizduojamo  $f(t)$  modelio kreivių taško abscisės klaida, kai prieš pradėdant modeliavimą GraphiXT dialogo lango „Ribiniai laikai ir duomenų kiekis“ lauke „Skaičiuojamo  $f(t)$  kreivių taško laikas“ įvesta vertė nesutampa su skaičiumi, kuris įvestas lauke „Mažiausias vaizduojamas laikas“.

Programos CarrierFunc.dll vartotojo sąsaja (t. y. pranešimai apie klaidas, numatytieji funkcijų pavadinimai ir modelio parametrų aprašymai) išversta į anglų kalbą. Dabar programa CarrierFunc.dll gali naudoti dvi kalbas – lietuvių arba anglų (kaip ir programa GraphiXT.exe). CarrierFunc.dll automatiškai pasirenka tą pačią kalbą, kurią naudoja programa GraphiXT.exe.

**CarrierFunc.dll 0.75.12.4:**

Ištaisyta klaida, dėl kurios buvo neįmanoma optimizuoti šviesos komponentų sugerties koeficientų netiesinio aproksimavimo metu (nes tų koeficientų nebūdavo modelio parametrų sąrašė).

**CarrierFunc.dll 0.75.13.4:**

Ištaisyta klaida, dėl kurios atskirais atvejais (pvz., modeliujant krūvininkų injekciją į „tuščią“ sluoksnį) stacionariosios būsenos modeliavimas būdavo nutraukiamas per anksti, nes programa klaidingai nustatydamas, jog jau pasiekta stacionarioji būsena.

**CarrierFunc.dll 0.75.14.4:**

Ištaisyta klaida, dėl kurios buvo neįmanoma optimizuoti tūrinių gaudyklių sričių parametrų netiesinio aproksimavimo metu (nes tų parametrų nebūdavo modelio parametrų sąrašė).

**CarrierFunc.dll 0.75.15.4 (2012-07-06):**

Optimizuota daugelio gijų veika (lyginant su ankstesniąja versija, daugelio gijų veikoje modeliavimo trukmės sumažėjimas siekia 10 %).

Programai GraphiXT dabar yra perduodama ir failo CarrierFunc.dll kompiliavimo data.

**CarrierFunc.dll 0.75.16.4 (2012-07-29):**

Ištaisyta klaida apskaičiuojant krūvininkų pagavimo į paviršines gaudykles arba išlaisvinimo iš jų spartą, kai tos gaudyklės priklauso gretimam sluoksniui.

**CarrierFunc.dll 0.75.17.4 (2012-08-11):**

Ištaisyta klaida apskaičiuojant modeliavimo laiko žingsnio skaičiavimo trukmę, kai naudojamas pastovus modeliavimo gijų skaičius.

**CarrierFunc.dll 0.75.18.4 (2012-08-31):**

Ištaisyta klaida, dėl kurios nežymiai pasikeisdavo modelio laiko vertė pratęsiant modeliavimą po to, kai jis buvo nutrauktas.

**CarrierFunc.dll 0.75.19.4 (2013-06-19):**

Modeliuojant vieno sluoksnio sistemą, nėra skiriama atmintis sluoksnio Nr. 0 mazgų koordinatėms saugoti, nes šiuo atveju sluoksnių Nr. 0 ir Nr. 1 mazgų koordinatės sutampa (kaip paaiškinta „Vartotojo instrukcijoje“, sluoksnis Nr. 0 yra „formalus“ sluoksnis, o sluoksnis Nr. 1 yra „tikrasis“ sluoksnis). Jeigu „tikrųjų“ sluoksnių yra daugiau negu 1, arba jeigu yra naudojama senesnė GraphiXT versija (ankstesnė už v.1.17), tada CarrierFunc.dll veikia kaip anksčiau, t. y. skiria atmintį sluoksnio Nr. 0 mazgų koordinatėms saugoti. Modeliuojant daugiasluoksnę sistemą, sluoksnio Nr. 0 mazgų koordinatėms rinkinys – tai visų „tikrųjų“ sluoksnių mazgų koordinatėms rinkinių sąjunga.

### III. Programos CarrierParams.exe pakeitimai, kurie susiję su vartotojo grafinės sąsajos tobulinimu ir klaidų ištaisymu

#### CarrierParams.exe 0.62.10.1:

Smulkūs pakeitimai (įvesties laukų išdėstymas ir pan.).

#### CarrierParams.exe 0.70.10.1:

Iš modelio pavadinimo, kuris saugomas faile CarrierParams.exe, pašalinti lietuviški rašmenys (anksčiau buvo „Krūvininkų kinetika“, dabar yra „Kruvininku kinetika“), kad pavyktų atidaryti parametrų redaktorių kompiuteriuose, kurie neteisingai atvaizduoja lietuviškus rašmenis. [Ši modelio pavadinimą programa GraphiXT.exe lygina su modelio pavadinimu, kurį gražina programa CarrierFunc.dll. Jeigu pavadinimai skiriasi, tada programa GraphiXT.exe praneša, kad parametrų redaktorius atitinka kitą modelį, ir neatidaro jo.]

#### CarrierParams.exe 0.74.10.1:

Numatyta galimybė nurodyti, kad vienas arba du iš skaičiavimo algoritmo parametrų „maxChange“, „dtMax“ ir „dtMax\_graph“ neturi būti naudojami modeliavimo metu (tam reikia įvesti nulines tų parametrų vertes).

Tūrinių gaudyklių sričių parametrai dabar yra įvedami atitinkamuose penkiuose kortelės „Tūrinių gaudyklių parametrai“ įvesties laukuose (ankstesniosiose versijose tie parametrai buvo įvedami specialiame dialogo lange).

Ištaisyta klaida, dėl kurios parametrų redaktorius kartais nustodavo veikti bandant pasirinkti kitą sluoksnį kortelėje „Skiriamųjų paviršių pralaidumas“, kai daugiasluoksnėje sistemoje buvo naudojamos pastovios krūvininkų koncentracijos prie sluoksnių skiriamųjų paviršių.

Programa sukompiliuota naudojant naujesnį kompiliatorių (Microsoft Visual Studio 2010 Professional). Viena iš šio pakeitimo pasekmių yra ta, kad failas CarrierParams.exe padidėjo maždaug 1,5 MB. Kita pasekmė yra ta, kad dabar programa CarrierParams.exe neveikia su Windows versijomis, kurios senesnės už Windows XP SP2.

#### CarrierParams.exe 0.74.11.1:

Išorinės įtampos laikinės priklausomybės pasirinkimo sąrašė, kuris yra kortelėje „Išoriniai parametrai ir kraštinės sąlygos“, įterpta pasirinktis „Nuolatinė įtampa“. Analogiškai fotonų srauto tankio laikinės priklausomybės pasirinkimo sąrašė, kuris yra kortelėje „Fotogeneracijos parametrai“, įterpta pasirinktis „Pastovus apšvietumas“.

#### CarrierParams.exe 0.75.11.2:

Programos CarrierParams.exe vartotojo sąsaja (t. y. pranešimai apie klaidas, numatytieji funkcijų pavadinimai ir modelio parametrų aprašymai) išversta į anglų kalbą. Dabar programa CarrierParams.exe gali naudoti dvi kalbas – lietuvių arba anglų (kaip ir programa GraphiXT.exe). CarrierParams.exe automatiškai pasirenka tą pačią kalbą, kurią naudoja programa GraphiXT.exe.

#### CarrierParams.exe 0.75.12.2:

Dabartinėje versijoje draudžiama užduoti nulinį laisvųjų krūvininkų elektros krūvį.

Papildytas programos GraphiXT priedų krūvininkų kinetikai modeliuoti aprašas (failas „Krūvininkų kinetika \_GraphiXT priedas\_ - Aprašas.pdf“). Pakeista įvadinė dalis, įterpti trys nauji



skirsniai: „Paviršinių gaudyklių parametrai“, „Pradinis krūvininkų pasiskirstymas“, „Sluoksnio storis ir kiti parametrai“.

CarrierParms.exe **0.75.12.3**:

Dabar CarrierParms.exe perduoda programai GraphiXT.exe ne tik pakeistų parametų vertes, bet ir informaciją apie tai, ar pasikeitė modelio parametų skaičius bei prasmė.

Ištaisyta klaida, dėl kurios parametų redaktorius kartais nustodavo veikti, jeigu, apibrėžiant naujas paviršines gaudykles, dialogo lange „Naujųjų paviršinių gaudyklių padėtis“ būdavo pasirenkamas mygtukas „Atšaukti“.

CarrierParms.exe **0.75.13.3** (2012-07-06):

Programai GraphiXT dabar yra perduodama ir failo CarrierParms.exe kompiliavimo data.

Smulkūs parametro redaktoriaus kortelių formato pakeitimai (laukų išdėstymas ir pan.).

CarrierParms.exe **0.75.13.4** (2012-07-29):

Dabar, jeigu programoje GraphiXT yra atidarytas dialogo langas su modelio funkcijų sąrašu arba su modelio funkcijos nuostatomis, tada yra negalimi modelio parametų pakeitimai, dėl kurių pasikeičia modelio funkcijų skaičius arba prasmė.

CarrierParms.exe **0.75.14.4** (2013-06-19):

Pakeisti kai kurių valdymo elementų pavadinimai.

CarrierParms.exe **0.75.15.4** (2013-10-20):

Yra leidžiamos didesnės už vieną fotogeneracijos kvantinio našumo vertės. Taip gali būti, jeigu į galutinį laisvųjų krūvininkų skaičių yra įskaitomi ne tik krūvininkai, kurie buvo išlaisvinti pirmojo sąveikos įvykio metu, bet ir antriniai krūvininkai, kurie atsiranda vėliau (pvz., jeigu krūvininkai, kuriuos sukūrė krintantieji fotonai, gali dėl smūginės jonizacijos kurti kitų krūvininkų poras, arba jeigu kai kurie laisvieji krūvininkai atsiranda dėl to, kad vienas krintantysis fotonas yra kelis kartus nekoherentiškai išsklaidomas ir kiekvieno sklaidos įvykio metu išlaisvina elektroną iš atomo).