

3. Svetoslav K., Martins B., Stutzmann S. Black Nonreflecting Silicon Surfaces for Solar Cells // Appl. Phys. Lett. - 2012.- V. 100.- P.19-25.
4. Այվազյան Կ.Գ., Խուդավերդյան Ս.Խ. Սև սիլիցիումից հակաանդրադարձող մակերևույթի մոդելավորումը // ՀՊՃՀ Լրաբեր.- 2015.- Մաս 1.- էջ 278-288:
5. ՀՀ Գյուտի արտոնագիր 2916A. Սև սիլիցիումից հակաանդրադարձող մակերևույթով կիսահաղորդչային արևային էլեմենտի պատրաստման եղանակ / Կ.Գ. Այվազյան. – 2014:

Г.Е. АЙВАЗЯН, К.Г. АЙВАЗЯН, С.Х. ХУДАВЕРДЯН

ПОЛУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ ЧЕРНОГО КРЕМНИЯ

Исследован процесс получения черного кремния методом ионного реактивного травления в газовой смеси SF_6/O_2 . Показано, что плотность и высота иголок черного кремния существенным образом зависят от технологических режимов формирования, в частности, от потоков газовой смеси и времени травления.

Ключевые слова: черный кремний, травление, иголки, плотность, высота, солнечные элементы.

G.Y. AYVAZYAN, K.G. AYVAZYAN, S.KH. KHUDAVERDYAN

FORMATION AND INVESTIGATION OF BLACK SILICON

The formation of black silicon (b-Si) on the silicon surface by Plasma Reactive Ion Etching using an SF_6/O_2 gas mixture is studied. It is shown that the density and the height of the needles strongly depend on the formation conditions of b-Si, in particular, the gas flow rates and the etching time.

Keywords: black silicon, etching, needles, density, height, solar cells.

ՀՏԴ 621.396.962

Լ.Ն. ԳՐԻԳՈՐՅԱՆ

ԵՐԿԱԹՈՒՂԱՅԻՆ ՌԱԴԻՈԿԱԴԻ ՀԱՄԱԿԱՐԳԻ ՆԱԽԱԳԾՈՒՄԸ GSM-R ԹՎԱՅԻՆ ՍՏԱՆԴԱՐՏԻ ԿԻՐԱՌՄԱՄԲ

Մշակված է երկաթուղային ռադիոկապի համակարգ Երևան-Այրում երկաթուղային տեղամասի համար: Համակարգի կիրառումը թույլ կտա վերացնել կապի համակարգերում առկա խանգարումներն ու աղմուկները և բարձրացնել երկաթուղային տեղամասը սպասարկող ընկերության աշխատանքի արդյունավետությունը:

Առանցքային բառեր. ռադիոկապի համակարգ, GSM-R, էրլանգ, Օկամուրա-Խատայի մոդել, տեխնոլոգիական ռադիոկապ:

Ներածություն: Ներկայում երկաթուղային տրանսպորտում հիմնականում օգտագործվում են հեկտամետրական տիրույթի (2 $U<g$) գծային, և մետրային տիրույթի (160 $U<g$) գոտիային, սիմպլեքս ցանցեր: Այս անալոգային ցանցերը հիմնականում նախատեսված են ծայնային ազդանշանի հաղորդման համար, որոնց բնորոշ են հետևյալ թերությունները՝ ռադիոկապի վրա խանգարումների նշանակալից ազ-

դեցություն, ռադիոսարքավորումների էլեկտրամագնիսական համատեղելիության ապահովման բարդություն, հատկապես մեծ հանգույցներում նաև շահագործման բարդություն՝ պայմանավորված դրանց փոքր հուսալիությամբ և օգտագործվող սարքավորումների բազմազանությամբ:

Տեղեկատվական և ղեկավարող համակարգերի կտրուկ զարգացումը այսօր արդեն պահանջում է թվային ստանդարտների ներդրում և կապուղիների ժամանակային ու կողային բաժանման տեխնոլոգիայի օգտագործում: Ներկա պահին ուսումնասիրվող Երևան – Այրում հատվածում տեխնոլոգիական ռադիոկապը հիմնվում է PC 46 M և PC 46 ML ռադիոկայանների վրա, որոնք մշակվել են խորհրդային տարիներին և ներկայացնում են կապի անալոգային համակարգեր:

Այս ռադիոկայանների վրա հիմնված ռադիոկապի թերություններն են՝ ռադիոաղավաղումներից տվյալների անպաշտպանությունը (քանի որ տեղեկույթը հաղորդվում է առանց նախնական կոդավորման), բարձր արագությունների դեպքում (400 կմ/ժ-ից ավելի) կապի հաստատման անհնարինությունը, լրացուցիչ հնարավորությունների բացակայությունը (օրինակ՝ տվյալների թվային հաղորդումը):

Հետազոտության նպատակը ընտրված հատվածում թվային ստանդարտների օգտագործմամբ ռադիոկապի համակարգի նախագծումն է:

Խնդրի դրվածքը: Երկաթուղային կապը բաղկացած է ռադիոկապի մի քանի տարատեսակներից՝ գնացքային ռադիոկապ, ստացիոնար ռադիոկապ, օպերատիվ-վերանորոգողական ռադիոկապ:

Գնացքային ռադիոկապը պետք է ապահովի հուսալի երկկողմանի ռադիոկապ՝ գնացքների մեքենավարների և տեղամասի դիսպետչերների միջև՝ վերջիններիս ենթակա ամբողջ ուղեմասում, գնացքների մեքենավարների և վազանցը սահմանափակող կայանի հերթապահի միջև, երկաթուղային միևնույն ուղեմասում գտնվող գնացքների մեքենավարների միջև, մեքենավարների և վերանորոգման աշխատանքների ղեկավարի միջև, մեքենավարի և մարդատար գնացքի պետի միջև:

Ստացիոնար ռադիոկապը պետք է ապահովի երկկողմանի ռադիոկապ՝ ստացիոնար տեխնոլոգիական կենտրոններում, քարշակների և վագոնների տեխնիկական սպասարկման կետերի տարածքում, տեխնիկական միջոցների սպասարկման և վերանորոգման բրիգադների միջև, պահպանության խմբերի միջև:

Ուղեմասերի և գերբեռնված գծերի վերանորոգողական աշխատանքների դեպքում օգտագործվում է օպերատիվ-վերականգնողական ռադիոկապ: Այն նախատեսված է վերանորոգող բաժանմունքների միջև, վերանորոգողական աշխատանքների ղեկավարի և գնացքների մեքենավարների միջև, վերանորոգողական աշխատանքները համակարգող դիսպետչերի և գնացքների մեքենավարների միջև կապ հաստատելու համար [1]:

Մշակվող նոր ռադիոկապի համակարգը պետք է ներառի առկա կապի բոլոր տարատեսակները, հնարավորության դեպքում ապահովվի նաև լրացուցիչ ծառայություններ և լինի որքան հնարավոր է էժան իրագործելի: Այս բոլոր պահանջներին բավարարում են թվային կապի մի քանի ստանդատներ, սակայն դրանցից ամենաէժան իրագործելին GSM-R –ն է, որն էլ ընտրվել է որպես կառուցվող համակարգի հիմք:

Հետազոտության արդյունքները: Դիտարկվող Երևան-Այրում տեղամասում տարածված է կիսակտրտված մակերևույթը, բլուրների նման անհարթություններով:

Հաշվարկի համար օգտագործվել է Օկամուրա-Խատայի մոդելը, քանի որ այն երաշխավորված է Ռադիոկապի միջազգային խորհրդատվական կոմիտեի (ՌՄԽԿ) կողմից և օգտագործման առումով բավականին պարզ է: Այս մոդելը թույլ է տալիս հաշվել կորուստները կոնկրետ տեղանքի և կոնկրետ բազային կայանի համար [2]:

Հաշվարկներում օգտագործվել են պարամետրերի հետևյալ արժեքները՝

$$f = 900 \text{ ՄՀգ},$$

$$h_{\text{բկ}} = 30 \text{ մ},$$

$$h_{2\text{կ}} = 1,7 \text{ մ}:$$

Հաշվարկվել է մարման բաղադրիչը՝ կախված շարժական կայանի բարձրությունից, բազային կայանի բարձրությունից և աշխատանքային հաճախությունից՝

$$\begin{aligned} A = A(f, h_{\text{բկ}}, h_{2\text{կ}}) &= 69,55 + 26,16 \log f - 13,82 \log h_{\text{բկ}} - \alpha (h_{2\text{կ}}) \\ &= 69,55 + 26,16 \log 900 - 13,82 \log 30 - (1,1 \log 900 - 0,7) 1,7 \\ &- 1,56 \log 900 - 0,8 = 118,8, \end{aligned}$$

$$B = B(h_{\text{բկ}}) = 44,9 - 6,55 \log h_{\text{բկ}} = 44,9 - 6,55 \log 30 = 30,9,$$

$$C = C(f) = 2 \log \left(\frac{f}{28} \right)^2 + 5,4 = 11,4,$$

$$D = D(f) = 4,78(\log f)^2 - 19,33 \log f + 40,94 = 30,$$

$$a_{\text{mx}}(f, r, h_{\text{բկ}}, h_{2\text{կ}}) = A + B \log r - D = 118,8 + 35,2 \log r - 30 = 88,8 + 30,9 \log r \text{ (դԲ)}:$$

Այնուհետև, ելնելով հաղորդչի ելքային հզորությունից P (դԲ), ինտերֆերենցիայի պատճառով առաջացող վերադրումների համար պահուստից S (դԲ) և ընդունիչի մոտքում անհրաժեշտ ազդանշանի մակարդակից Q (դԲ), r -ը գտնելու համար կազմվել է հավասարում.

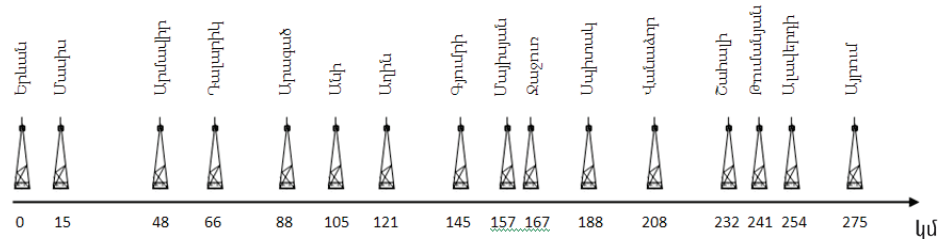
$$P - a_{\text{mx}} - S = Q,$$

$$a_{\text{mx}} = P - S - Q = 40 - 9 + 87,3 = 127,3 \text{ (դԲ)},$$

$$r = 17,78 \text{ կմ}:$$

r-ը ներկայացնում է բջջի սպասարկման առավելագույն շառավիղը, ելնելով ազդանշանի անհրաժեշտ մակարդակից, հաշվի չառնելով բաժանորդային ծանրաբեռնվածությունը և բազային կայանի թողարկման ունակությունը:

Ելնելով կատարված հաշվարկներից՝ մշակվել է բազային կայանների տեղադրման նախնական պլան (նկ. 1):



Նկ. 1. Երևան-Այրում տեղամասում բազային կայանների տեղադրման նախնական պլան

Այնուհետև կատարվել է ամեն բազային կայանին բաժին ընկնող բաժանորդային բեռնվածության հաշվարկ՝ հաշվի առնելով հետևյալ տվյալները.

- Ձայնային կապի համար բեռնվածությունը առավելագույն բեռնվածության դեպքում պետք է կազմի՝ 0.15 էրլ դիսպետչերների և 0.25 էրլ մյուս բոլոր բաժանորդների համար: Զանգերի հաստատման ժամանակ մերժումների քանակը չպետք է գերազանցի կանչերի ամբողջ քանակի 1%-ը,
- Տվյալների հաղորդման կապուղիների համար անհրաժեշտ է ապահովվել մշտական հասանելիություն և կառավարման տեղեկատվության անընդհատ փոխանակում:

Բազային կայանի հաղորդիչ-ընդունիչների քանակը որոշվում է՝ ելնելով ձայնային և տվյալների հաղորդման անհրաժեշտ ուղիների քանակից, օգտագործելով տեխտրաֆիկի տեսությունը [3]:

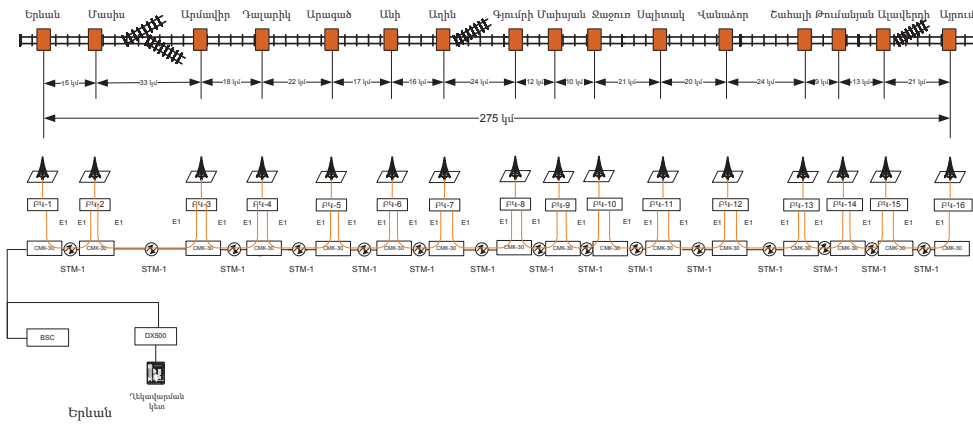
Բեռնվածության և ցանցի թողունակության հաշվարկի համար օգտվել ենք մերժումներով համակարգերի համար օգտագործվող Էրլանգի մոդելից: Այն արտահայտվում է՝

$$p_n = \frac{\frac{A^n}{n!}}{\sum_{i=0}^n \frac{A^i}{i!}}$$

բանաձևով, որտեղ A-ն բեռնվածությունն է, իսկ n-ը՝ ուղիների ընդհանուր թիվը:

Կատարված հաշվարկի հիման վրա իրականացվել է կայանների տեղադրման նախնական պլանի ճշգրտում: Հաշվի առնելով առկա ենթակառուցվածքների առ-

Կայությունը՝ GSM-R ստանդարտի հիման վրա մշակվել է Երևան-Այրում երկաթուղային տեղամասում տեխնոլոգիական ռադիոկապի կազմակերպման սխեմա (նկ.2):



Նկ. 2. Երևան-Այրում երկաթուղային տեղամասում տեխնոլոգիական ռադիոկապի կազմակերպման սխեման՝ GSM-R ստանդարտի հիման վրա

Եզրակացություն: Հետազոտության ընթացքում կատարված հաշվարկները ցույց են տալիս, որ բազային կայանների միջև 15-30 կմ հեռավորության, բազային կայանի անտենայի 30 մ բարձրության և շարժական կայանի անտենայի 1.7 մ և ավելի բարձրության դեպքում Երևան-Այրում տեղամասում GSM-R ստանդարտի կիրառմամբ կարելի է կառուցել բջջային կապի ցանց, որը կբավարարի խնդրի լուծմանը ներկայացվող բոլոր պահանջները: Որպես բազային կայաններ ենթադրվում է օգտագործել Siemens ընկերության BS 240/241 մոդելի կայանները, որոնք E1 ուղիով միանում են CMK-30 մուլտիպլեքսորներին: Նախագծի իրականացման ընթացքում դիտարկվող բազային կայանները միանում են մեկ BSC-ի, որը գտնվում է երկաթուղու վերահսկման և կառավարման կետում՝ Երևանում:

Նախագծի իրականացումը, ներդրումը կատարվում են չորս հիմնական փուլերով՝ տեղակայման տարածքների նախապատրաստում և արտաքին էլեկտրամատակարարման ապահովում, անտենային աշտարակների կառուցում և անտենաֆիդերային համակարգերի տեղադրում, ռադիոկապի համակարգի փոխանցատման և կառավարման կենտրոնի ստեղծում, տեխնոլոգիական ռադիոկապի ցանցի ստեղծում:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. Правила технической эксплуатации железнодорожного транспорта Российской Федерации / Министерство транспорта Российской Федерации. 2007.
2. **Маковеева М.М., Шинаков Ю.С.** Системы связи с подвижными объектами. - М.: Радио и связь, 2002.
3. **Тараненко Ю.А.** Проектирование цифровой сети технологической радиосвязи //Автоматика, Связь, Информатика. - 2008. - №12. – С. 28-29

Л.Н. ГРИГОРЯН

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ РАДИОСВЯЗИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЦИФРОВОГО СТАНДАРТА GSM-R

Разработана система железнодорожной радиосвязи для железнодорожного участка Ереван-Айрум. Применение системы позволит исключить существующие неудобства и шумы, повысить эффективность работы компании, обслуживающей данный участок железной дороги.

Ключевые слова: система радиосвязи, GSM-R, Erlang, модель Окамура-Хата, технологическая радиосвязь.

L.N. GRIGORYAN

DESIGN OF A RAILWAY RADIOCOMMUNICATION SYSTEM BY THE GSM-R DIGITAL STANDARD

A railway radiocommunication system for the railway section Yerevan-Ayrum. The application of the system will allow to exclude the existing inconveniences and noise, improve the efficiency of the company servicing the given railway section.

Keywords: radio communication system, GSM-R, Erlang, Okamura-Hata model, technological radiocommunication.

ՀՏԴ 621.382

Կ.Գ. ԱՅՎԱԶՅԱՆ, Մ.Գ. ԽԱԶԱՏՐՅԱՆ, Ա.Ս. ՀՈՎՀԱՆՆԻՍՅԱՆ

ԱՐԵՎԱՅԻՆ ԿԱՅԱՆՆԵՐԻ ԼՈՒՍԱԸՆԿԱԼՄԱՆ ՎԵՐԼՈՒԾՈՒԹՅՈՒՆ

Վերլուծվել է Երևանի պայմաններում արևային կայանների լուսաընկալման արդյունավետությունը, ըստ արևի նկատմամբ արևային մարտկոցների կողմնորոշման՝ հորիզոնական անշարժ, հորիզոնի նկատմամբ անկյան տակ թեքված անշարժ, միառանցք և երկառանցք արևին հետևելով: Տրվել են գործնական առաջարկներ:

Առանցքային բառեր. արևային կայան, լուսաընկալում, կողմնորոշում, արևին հետևում:

Ներածություն: Հնարավոր առավելագույն լուսաընկալում, հետևաբար՝ նաև էներգետիկական հզորություն ապահովելու համար արևային կայանների լուսաընկալող մակերևույթները պետք է ճիշտ կողմնորոշված լինեն Երկրի կողմերի նկատմամբ և ունենան որոշակի թեքություն՝ հորիզոնի նկատմամբ: Այսինքն, խոսքը վերաբերում է կայանների լուսաընդունիչ մակերևույթի թեքության և ազիմուտային անկյունների ընտրությանը [1-5]: Բացի այդ, որոշ դեպքերում անհրաժեշտ է ապահովել կայանների միառանցք (ազիմուտային) կամ երկառանցք արևին հետևումը: