

ԱՐՄԱՏԱՊՏՈՒՂՆԵՐԻ ԲԵՐՔԱՀԱՎԱՔԻ ՓՈՔՐԱԶԱՓ ՄԵՔԵՆԱՅԻ ՄԿԱՎԱՌԱԿԱՎՈՐ ԲԱՆՈՂ
ՕՐԳԱՆԻ ԵՎ ՀՈՂԻ ՓՈԽԱԶԴԵՑՈՒԹՅԱՆ ԿԻՆԵՄԱՏԻԿԱՆ

Պարզև Արամայիսի Տոնապետյան¹, Արթուր Ռազմիկի Մինասյան²,

Անուշ Պարզևի Տոնապետյան²

¹ Հայաստանի Ազգային Պոլիտեխնիկական Համալսարան, ք. Երևան, ՀՀ

² Հայաստանի Ազգային Ազրարային Համալսարան, ք. Երևան, ՀՀ

*tonapetyan.pargev@mail.ru

Բերքահավաքի մեծ էներգատարության և բարձր աշխատանքային ծախսերի պատճառով տարեցտարի նվազում է արմատապտուղների մշակումը, եղածն էլ մշակվում է հիմնականում թեթև ավազակավային հողերում: Ուստի, աշխատանքային և էներգետիկական նվազագույն ծախսերով արմատապտուղների մշակման խնդիրը ծանր հողերում ունի գիտագործնական կարևոր նշանակություն, որի լուծումը կրնալայնի արմատապտուղների մշակումը: Տեսական հետազոտություններով ստացվել են հողի հետ փոխազդեցության մեջ գտնվող սկավառակի կետերի արագությունների ու արագացումների որոշման հավասարումներ, որոնց կիրառությունը հնարավորություն կնձեռի օպտիմալացնել առաջարկվող արմատապտուղների բերքահավաքի մեքենայի սկավառակավոր բանող օրգանների պարամետրերը:

Բանալի բառեր. արմատապտուղ, բերքահավաք, մշակաբույս, խոփասկավառակավոր, շրջանակ, կանգնակ

Ներածություն

Սեղանի արմատապտղային մշակաբույսերը պատկանում են արժեքավոր սննդամթերքների թվին, որոնց մշակումը գյուղատնտեսության կարևոր ճյուղ է [1, 2]: Մակայն արմատապտուղների մշակումը և հատկապես բերքահավաքը, որպես կանոն, աշխատատար և ծախսատար գործընթաց է, որով մեծապես պայմանավորված է արտադրության ինքնարժեքը [3-5]: Արմատապտղային մշակաբույսերի բերքահավաքը դիտարկելիս առաջանում են մի շարք գիտական և արդյունաբերական խնդիրներ՝ կապված ծանր հողերում այդ մշակաբույսերի բերքահավաքի էներգատարության և գործընթացի ցածր արդյունավետության հետ:

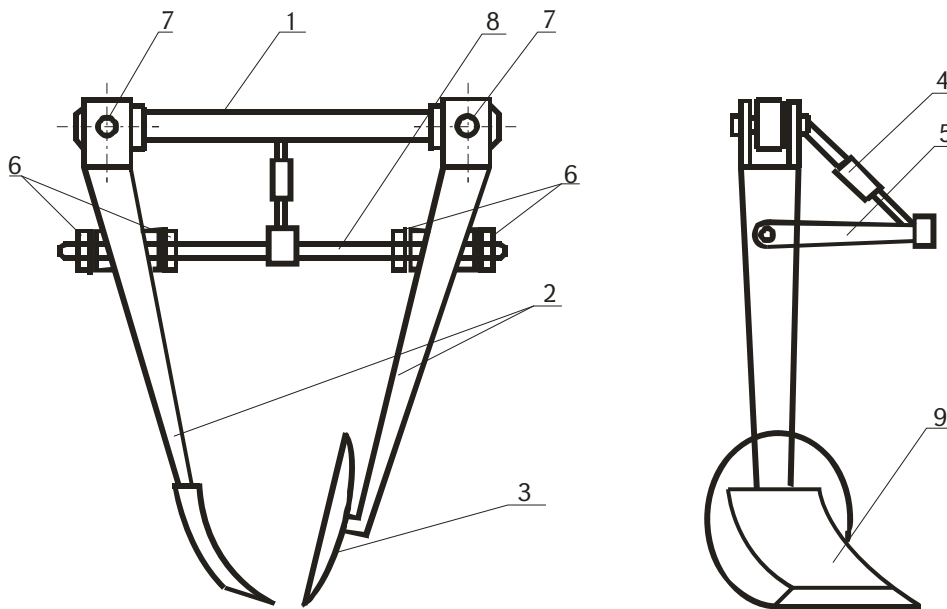
Արմատապտուղներից առավել դժվար է մեքենայացնել գազարի, ճակնդեղի, սոխի բերքահավաքը, որը պայմանավորված է այդ մշակաբույսերի մի շարք առանձնահատկություններով, որոնցից են ցանքի մեծ խտությունը, հողում ավելի խորը գտնվելու տեղադիրքը, մեխանիկական վնասվածքների նկատմամբ առավել զգայուն լինելը և այլն:

Տարբեր երկրներում արտադրված արմատապտղահավաք մեքենաների հիմնական թերությունն այն է, որ դրանց կառուցվածքում օգտագործվող բանող օրգաններն արմատապտուղը

բավարար չափով չեն ազատում հողից և հողը լավ չեն փխրեցնում, որը լրացուցիչ դժվարություններ է ստեղծում արմատապտուղների վերջնական հավաքման համար: Բացի այդ, նշված մեքենաները համակողմանի չեն և միանման արդյունքներ չեն ապահովում տարբեր հողատեսքերում և տարբեր հողակլիմայական պայմաններում: Հետևաբար, խնդիր է առաջանում մշակել սկզբունքորեն նոր տիպի բանող օրգաններով մեքենա, որը հնարավոր կլինի կիրառել տարբեր ֆիզիկամեխանիկական և տեխնոլոգիական բնութագրերով հողերում, ապահովելով բերքահավաքի լավագույն ցուցանիշներ, նվազագույն ծախսերի պարագայում:

Նյութեր և մեթոդներ

Գյուղացիական և ֆերմերային տնտեսությունների համար մեր կողմից առաջարկվել է փոքրաչափ խոփասկավառակավոր արմատապտղահան մեքենա, որի հիմնական բանող օրգաններն են խոփը և ուղղահայաց հարթությունում որոշակի անկյան տակ թեքված սֆերիկ սկավառակը (նկ. 1) [6]:



Նկ. 1. Արմատապտուղների բերքահավաքի փոքրաչափ մեքենա

Արմատապտուղների բերքահավաքի փոքրաչափ մեքենան բաղկացած է շրջանակից (1), դրան միացված կանգնակներից (2), կանգնակներին ամրացված թեքադիր խոփից (9), սֆերիկ սկավառակից (3) և կարգավորիչ լծակից (4): Մեքենան ագրեգատավորվում է մոտոբլոկի հետ կցորդի (5) միջոցով: Կցորդն ամրացված է կանգնակները միմյանց միացնող ձողին (8) մանեկներով (6), որով կարգավորվում է նաև խոփի և սկավառակի միջև եղած հեռավորությունը, կախված պալարի չափերից: Կանգնակները շրջանակին հողակապվում են մատերով (7):

Ագրեգատն աշխատում է հետևյալ սկզբունքով:

Ագրեգատի շարժման ժամանակ խոփը (9) և սկավառակը (3) սահմանված խորությամբ թաղվելով հողի մեջ, տվյալ շարքի արմատապտուղները շրջակա 5...6 սմ լայնության հողի հետ

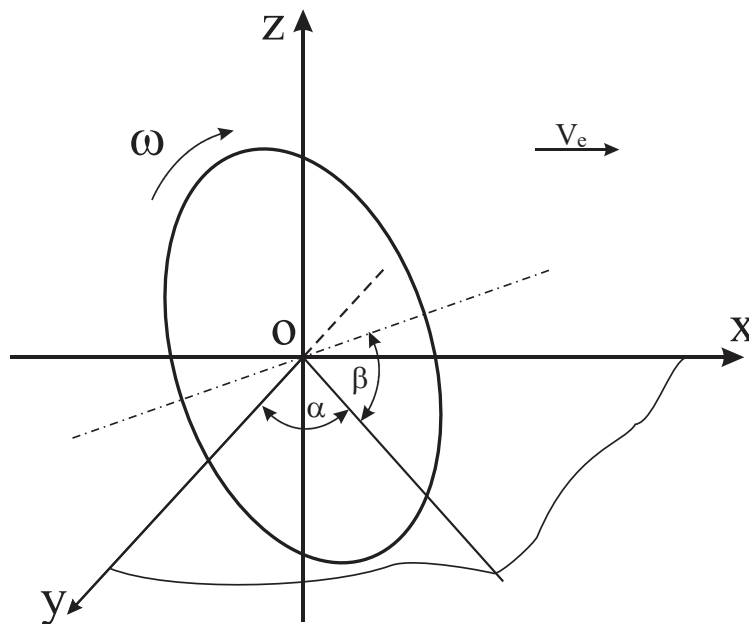
միասին բարձրացնում և տեղափոխում է դաշտի մակերևույթ: Երկնիստ սեպի տեսքով խոփը ծառայում է արմատապտղով առն ընդհանուր զանգվածից առանձնացնելու, իսկ սկավառակն՝ արմատատուղը հողից անջատելու համար: Արմատապտղի չափերից կախված, կարգավորիչ լծակի օգնությամբ, փոփոխվում է խոփի (9) և սկավառակի (3) հողի մեջ խորացման չափը, իսկ կանգնակները միմյանց միացնող ձողի մանեկներով (6) կարգավորվում է շահագործական ընդգրկման լայնությունը:

Այսպիսով, աշխատանքի ժամանակ խոփը և սֆերիկ սկավառակը սեղմում, խտացնում են հողաշերտը, որը ճնշումը մեղմորեն փոխանցում է արմատապտղին, քանդելով հողի և արմատապտղի միջև եղած կապերը: Քայքայված հողաշերտը բանող օրգաններով բարձրանալով՝ լցվում է իր նախկին տեղը, իսկ ազատված արմատապտուղը մնում է հողի մակերևույթին:

Առաջարկված մեքենայի հիմնական առանձնահատկությունը հողի վրա տարածության մեջ պտտման առանցքի կամայական տեղակայմամբ սֆերիկ սկավառակավոր բանող օրգանի ազդեցության մեխանիզմի փոփոխությունն է, կախված գրոհի (α) և ուղղաձիգ հարթությունում թեքության (β) անկյուններից:

Կատարենք նշված սկավառակավոր բանող օրգանի և հողի փոխազդեցության կինեմատիկական բնութագրերի ուսումնասիրություն:

Կինեմատիկական հետազոտության հաշվարկային սխեման բերված է նկ. 2-ում:



Նկ. 2. Տարածության մեջ պտտման առանցքի կամայական տեղակայմամբ սֆերիկ սկավառակի կետերի կինեմատիկական բնութագրերի որոշման հաշվարկային սխեման

Տարածության մեջ պտտման առանցքի կամայական տեղակայմամբ սֆերիկ սկավառակի մակերևույթով հողի մասնիկների շարժման հավասարումները որոշվել է պրոֆեսոր Ֆ.Մ. Կանարևի կողմից [7-12].

$$\begin{cases} X = V_e t + r \sin \alpha \sin \beta \sin \omega t + r \cos \alpha \cos \omega t, \\ Y = r \sin \beta \cos \alpha \sin \omega t - r \sin \alpha \cos \omega t, \\ Z = -r \cos \beta \sin \omega t, \end{cases} \quad (1)$$

որտեղ V_e -ն սկավառակի համընթաց շարժման արագությունն է, t – ն՝ շարժման մեջ գտնվելու ժամանակը, r -ը՝ սկավառակի ուսումնասիրվող կետի հեռավորությունը պտտման առանցքից, α -ն՝ սկավառակի գրոհի անկյունը, β -ն՝ ուղղաձիգ հարթությունում սկավառակի թեքության անկյունը ω – ն՝ սկավառակի պտտման անկյունային արագությունը, ωt -ն՝ սկավառակի պտտման անկյունն է սկսած OX առանցքից ժամալաքի ուղղությամբ:

Ըստ սկավառակի մակերևույթով հողի մասնիկների շարժման հավասարումների որոշվում են արագության բաղադրիչները.

$$\begin{cases} V_X = \frac{\partial X}{\partial t} = V_e + \omega r \sin \alpha \sin \beta \cos \omega t - \omega r \cos \alpha \sin \omega t, \\ V_Y = \frac{\partial Y}{\partial t} = \omega r \sin \beta \cos \alpha \cos \omega t + \omega r \sin \alpha \sin \omega t, \\ V_Z = \frac{\partial Z}{\partial t} = -\omega r \cos \beta \cos \omega t : \end{cases} \quad (2)$$

Սկավառակի մակերևույթով հողի մասնիկների շարժման արագացման բաղադրիչները կլինեն.

$$\begin{cases} a_X = \frac{\partial V_X}{\partial t} = -\omega^2 r \sin \alpha \sin \beta \sin \omega t - \omega^2 r \cos \alpha \cos \omega t, \\ a_Y = \frac{\partial V_Y}{\partial t} = -\omega^2 r \sin \beta \cos \alpha \sin \omega t + \omega^2 r \sin \alpha \cos \omega t, \\ a_Z = \frac{\partial V_Z}{\partial t} = -\omega^2 r \cos \beta \sin \omega t : \end{cases} \quad (3)$$

Սկավառակի մակերևույթով հողի մասնիկների շարժման արագության և արագացման վեկտորները որոշվում են համապատասխան մոդուլներով, իսկ ուղղությունները՝ ուղղորդ կոսինուսներով:

Սկավառակի մակերևույթով հողի մասնիկների շարժման արագության մոդուլը $t = t_1$ պահին որոշվում է հետևյալ արտահայտությամբ.

$$V_{t_1} = \sqrt{V_X^2 + V_Y^2 + V_Z^2},$$

$$V_{t_1} = \sqrt{V_e^2 + 2V_e \omega r (\sin \alpha \sin \beta \cos \omega t_1 - \cos \alpha \sin \omega t_1) + \omega^2 r^2} : \quad (4)$$

Արագության ուղղությունը բնութագրող ուղղորդ կոսինուսները կորոշվեն՝

$$\begin{cases} \cos \alpha_v = \frac{V_X}{V_{t_1}} = \frac{V_e + \omega r (\sin \alpha \sin \beta \cos \omega t_1 - \cos \alpha \sin \omega t_1)}{\sqrt{V_e^2 + 2V_e \omega r (\sin \alpha \sin \beta \cos \omega t_1 - \cos \alpha \sin \omega t_1) + \omega^2 r^2}} \\ \cos \beta_v = \frac{V_Y}{V_{t_1}} = \frac{\omega r (\sin \beta \cos \alpha \cos \omega t_1 + \sin \alpha \sin \omega t_1)}{\sqrt{V_e^2 + 2V_e \omega r (\sin \alpha \sin \beta \cos \omega t_1 - \cos \alpha \sin \omega t_1) + \omega^2 r^2}} : \\ \cos \gamma_v = \frac{V_Z}{V_{t_1}} = \frac{-\omega r \cos \beta \cos \omega t_1}{\sqrt{V_e^2 + 2V_e \omega r (\sin \alpha \sin \beta \cos \omega t_1 - \cos \alpha \sin \omega t_1) + \omega^2 r^2}} \end{cases} \quad (5)$$

Սկավառակի մակերևույթով հողի մասնիկների շարժման արագացման մոդուլը $t = t_1$ պահին որոշվում է.

$$a_{t_1} = \sqrt{a_X^2 + a_Y^2 + a_Z^2},$$

$$a_{t_1} = \omega^2 r : \quad (6)$$

Արագության ուղղությունը բնութագրող ուղղորդ կոսինուսները կորոշվեն՝

$$\begin{cases} \cos\alpha_a = \frac{a_x}{a_{t_1}} = -(\sin\alpha\sin\beta\sin\omega t + \cos\alpha\cos\omega t), \\ \cos\beta_a = \frac{a_y}{a_{t_1}} = -(\sin\beta\cos\alpha\sin\omega t + \sin\alpha\cos\omega t), \\ \cos\gamma_a = \frac{a_z}{a_{t_1}} = -\cos\beta\sin\omega t: \end{cases} \quad (7)$$

Արդյունքներ և քննարկում

Ստացված (5) և (7) հավասարումներով որոշվում են սկավառակի յուրաքանչյուր կետի շարժման արագության և արագացման վեկտորները:

Ստացված հավասարումների համակարգը բավականին հեշտությամբ կարելի է լուծել էՀՄ-ի կիրառմամբ: Բերված մեթոդիկան հնարավորություն է տալիս ստանալ հողի հետ փոխազդեցության մեջ գտնվող սկավառակի կետերի արագություններն ու արագացումները, սկավառակի հայտնի անկյունային արագության դեպքում: Վերջինս կարելի է որոշել փորձնական եղանակով:

Ստացված հավասարումների գործնական կիրառությունը թույլ կտա ճիշտ ընտրել մեքենայի շարժման արագությունը՝ ագրոտեխնիկական պահանջներին համապատասխան և անկորուստ բերքահավաք իրականացնելու համար:

Եզրակացություն

1. Առաջարկվել է գյուղացիական և ֆերմերային տնտեսությունների համար փոքրաչափ խոփասկավառակավոր արմատապտղահան մեքենա, որի հիմնական առանձնահատկությունը հողի վրա տարածության մեջ պտտման առանցքի կամայական տեղակայմամբ սֆերիկ սկավառակավոր բանող օրգանի ազդեցության մեխանիզմի փոփոխությունն է՝ կախված գրոհի (α) և ուղղաձիգ հարթությունում թեքության (β) անկյուններից, որը հնարավորություն է տալիս ավելի լավ առանձնացնել արմատապտուղը հողից:

2. Ստացվել է արմատապտուղների բերքահավաքի փոքրաչափ մեքենայի բանող օրգանի սկավառակի կետերի և հողի փոխազդեցության շարժման հետազոծի, արագության և արագացման դաշտի որոշման տեսական արտահայտություններ, որոնք կիրառելի են նմանատիպ բանող օրգանների նախագծման ժամանակ:

Գրականության ցանկ

- [1] **O. Chloupek, P. Hrstkova, P. Schweigert**, Yield and its stability, crop diversity, adaptability and response to climate change, weather and fertilisation over 75 years in the Czech Republic in comparison to some European countries, in: *Field Crops Research* 85(2–3) (2004) 167–190.
- [2] **V. Bulgakov, S. Ivanov, V. Adamchuk, A. Boris**, Mathematical model for determination of losses of sugar bearing mass when sugar beet tops are removed, in: *Engineering for Rural Development, Proceedings* 14 (2015) 41-45.
- [3] **M. Anar, Z. Lin, G. Hoogenboom, V. Shelia, W. Batchelor, J. Teboh, M. Ostlie, Schatz B., M. Khan**, Modelling growth development and yield of sugarbeet using DSSAT, in: *Agricultural Systems* 169 (2019) 58-70.

- [4] **V. Bulgakov, A. Boris, S. Ivanov**, Mathematical model of interaction of operating element of top remover with head of root crop, in: Engineering for Rural Development Proceedings 12 (2013) 115-120.
- [5] **К.А. Сохт, Е.И. Трубилин, В.И. Коновалов**, Дисковые бороны и луцильники. Проектирование технологических параметров. Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, Краснодар, 2014. 164 с.
- [6] Արտոնագիր 602Ս, Արմատապտուղների բերքահավաքի փորրաչափ մեքենա, հեղինակներ՝ **Հ.Դ. Մկրտչյան, Ա.Պ. Տոնապետյան, Ա.Ա. Մաթևոսյան, Ա.Պ. Տոնապետյան**, ՀՀ մտավոր սեփականության գործակալություն, 2021:
- [7] **Ф.М. Канарев**, Ротационные почвообрабатывающие машины и орудия, Машиностроение, 1983, 142 с.
- [8] **О. Kozachenko, К. Siedykh**, Modeling of the process of deformation of the elastic rack of the working bodies of the tillage implement ТЕКА, An International Quarterly Journal on Motorization, Vehicle Operation, Energy Efficiency and Mechanical Engineering 20(1) (Lublin-Rzeszow, 2020) 41–50.
- [9] **Г.Н. Синеоков, И.М. Панов**, Теория и расчет почвообрабатывающих машин, Машиностроение, Москва, 1977.
- [10] **К.В. Седых**, Построение математических моделей процессов поверхностной обработки почвы дисковым луцильником ДЛ-5, Вестник ХНАУ ім. В.В. Докучаєва. 11 (6) (ХНАУ, Харков, 2011) 9–15.
- [11] **Б.В. Туровский, В.Н. Ефремова, С.М. Сидоренко, И.К. Трифонов**, Обоснование формы рыхлящих рабочих элементов плоского диска движителя, Труды Кубанского государственного аграрного университета 61 (2016) 194-199.
- [12] **S.V. Belousov, A.I. Belousova**, Mathematical processing of experimental data of the agricultural working body, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Sevastopol, 2020, pp. 052-059.

КИНЕМАТИКА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ДИСКОВОГО РАБОЧЕГО ОРГАНА МАЛОГАБАРИТНОЙ КОРНЕУБОРОЧНОЙ МАШИНЫ И ПОЧВЫ

**Паргев Арамаисович Тонапетян^{1*}, Артур Размикевич Минасян²,
Ануш Паргеговна Тонапетян²**

¹Национальный политехнический университет Армении, г. Ереван, РА

²Национальный аграрный университет Армении, г. Ереван, РА

*tonapetyan.pargev@mail.ru

Из-за высокой энергозатратности и больших трудозатрат при уборке урожая, выращивание корнеплодов с каждым годом сокращается, или возделывается преимущественно на легких песчано-глинистых почвах. Поэтому проблема выращивания корнеплодов с минимальными трудовыми и энергетическими затратами на тяжелых почвах имеет важное научное и практическое значение, решение которого позволит расширить выращивание корнеплодов. Путем теоретических исследований получены уравнения для определения скоростей и ускорений точек диска, взаимодействующих с почвой, применение которых позволит оптимизировать параметры дисковых режущих деталей предлагаемой корнеплодоуборочной машины.

Ключевые слова: *корнеплод, уборка, сельскохозяйственные культуры, лемешно-дисковый, диск, стойка*

KINEMATICS OF THE INTERACTION OF THE DISC MOVABLE OBJECT OF THE SMALL-SIZED ROOT HARVESTING MACHINE AND THE SOIL

Pargev Tonapetyan^{1*}, Artur Minasyan², Anush Tonapetyan²

¹State Polytechnic University of Armenia, Yerevan, RA

²National Agrarian University of Armenia, Yerevan, RA

*tonapetyan.pargev@mail.ru

Due to the high energy consumption of harvesting and high labor costs, the cultivation of root crops is decreasing year by year, and what is left is cultivated mainly in light sandy-clay soils. Therefore, the problem of cultivation of root crops with minimal labor and energy costs in heavy soils has important scientific and practical significance, the solution of which will expand the cultivation of important root crops. Equations for determining the velocities and accelerations of the points of the disk interacting with the soil were obtained by theoretical research, the application of which will allow to optimize the parameters of the disk cutting organs of the proposed root-fruit harvesting machine.

Keywords: root crop, harvesting, agricultural crops, plowshare-disc, disc, stand

Տննապետյան Պարգև Արամայիսի, տ.գ.դ., պրոֆեսոր (ՀՀ, ք. Երևան) – ՀԱՊՀ, Տրանսպորտային գործընթացների և երթևեկության կազմակերպման ամբիոն, (+374)99917181, tonapetyan.pargev@mail.ru, **Մինասյան Արթուր Ռազմիկի, տ.գ.դ., դոցենտ** (ՀՀ, ք. Երևան) – ՀԱԱՀ, Բարձրագույն մաթեմատիկայի, ֆիզիկայի և կիրառական մեխանիկայի ամբիոն, (+374)41110397, artur_minasyan.61@mail.ru, **Տննապետյան Անուշ Պարգևի** (ՀՀ, ք. Երևան) – ՀԱԱՀ, Ավտոտրակտորների և գյուղատնտեսական մեքենաների ամբիոն, ասպիրանտ, (+374)77877718, an7_777@bk.ru

Тонапетян Паргев Арамаисович, д.т.н., профессор (РА, г. Ереван) – НПУА, кафедра Транспортных процессов и организации дорожного движения (+374)99917181, tonapetyan.pargev@mail.ru, **Минасян Артур Размикович, д.т.н., доцент** (РА, г. Ереван) - НАУА, кафедра Высшей математики, физики и прикладной механики, (+374)41110397, artur_minasyan.61@mail.ru, **Тонапетян Ануш Паргеевна** (РА, г.Ереван) - НАУА, кафедра Автотракторов и сельскохозяйственных машин, аспирант, (+374)77877718, an7_777@bk.ru

Tonapetyan Pargev, Doctor of Science (engineering), professor (RA, Yerevan) - NPUA, Department of Transport Processes and Traffic Management, (+374)99917181, tonapetyan.pargev@mail.ru, **Minasyan Artur, Doctor of Science (engineering), associate professor** (RA, Yerevan) - ANAU, Department of Higher Mathematics, Physics and Applied Mechanics, (+374)41110397, artur_minasyan.61@mail.ru, **Tonapetyan Anush** (RA, Yerevan) - ANAU, Department of Auto Tractors and Agricultural Machines, postgraduate student, (+374)77877718, an7_777@bk.ru.

Ներկայացվել է՝ 22.01.2024թ.

Գրախոսվել է՝ 02.02.2024թ.

Ընդունվել է տպագրության՝ 30.04.2024թ.