

**ՃՇԳՐԻՏ ԳՅՈՒՂԱՏՆՏԵՍՈՒԹՅԱՆ ՆԵՐԴՐԱՄԱՆ ՀՆԱՐԱՎՈՐՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ
ՀՀ-ՈՒՄ**

ՀՏԴ 631.47

DOI: 10.56246/18294480-2024.17-02

ԱՎԱԳՅԱՆ ՄԱՐՏԻՆ

գյուղատնտեսական գիտությունների դոկտոր,
ԳՊՀ բնագիտատնտեսագիտական ֆակուլտետի դեկան
Էլփոստ՝ m.avagyan@gsu.am

ԷՖԵՆԴՅԱՆ ՊԱՐՈՒՅՐ

տեխնիկական գիտությունների դոկտոր, պրոֆեսոր,
ԳՊՀ կենսաբանության, էկոլոգիայի և առողջ ապրելակերպի ամբիոնի դասախոս,
Հայաստանի ազգային ագրարային համալսարանի հողային և ջրային ռեսուրսների
կառավարման ամբիոնի պրոֆեսոր
Էլփոստ՝ armgeoinform@mail.ru

ՀՈՎՀԱՆՆԻՍՅԱՆ ՏԻԳՐԱՆ

տեխնիկական գիտությունների թեկնածու, դոցենտ,
Հայաստանի ազգային ագրարային համալսարանի հողային և ջրային ռեսուրսների
կառավարման ամբիոնի ասիստենտ
Էլփոստ՝ tigranhov20@gmail.com

ԽՈՒԴԱՎԵՐԴՅԱՆ ՆԱՆԵ

տեխնիկական գիտությունների թեկնածու, դոցենտ,
ԳՊՀ կենսաբանության, էկոլոգիայի և առողջ ապրելակերպի ամբիոնի դասախոս,
Հայաստանի ազգային ագրարային համալսարանի հողային և ջրային ռեսուրսների
կառավարման ամբիոնի ասիստենտ
Էլփոստ՝ naneharmeni@gmail.com

Ժամանակակից աշխարհը, ինչպիսին այն գիտենք, այդպիսին է դարձել մեծ մասամբ գյուղատնտեսական հեղափոխության շնորհիվ: Ճշգրիտ գյուղատնտեսությունը բերքաբերության կառավարման համակարգ է, որը հիմնված է արբանյակային և համակարգչային տեխնիկայի միացյալ համակարգի վրա: Տեխնոլոգիական առաջընթացը բազմապատկել է աշխատանքի արդյունավետությունն այս ոլորտում, և դրա հետևանքով գյուղատնտեսությամբ զբաղվող փոքրաթիվ մարդիկ կարող են կերակրել ամբողջ մոլորակի բնակչությանը: Այնուամենայնիվ, առաջընթացը չի դադարում տեղում, և օր օրի ստեղծվում են արդյունավետության բարձրացման նոր մեթոդներ: Ներկայիս առավել զարգացած տեխնոլոգիաներից մեկը ճշգրիտ գյուղատնտեսությունն է:

Հերագոյությունն նպատակն է ուսումնասիրել ճշգրիտ գյուղատնտեսության ներդրման միջազգային փորձը, դրոշների կիրառմամբ ստանալ տարբեր տեսակի վեգետացիոն ինդեքսների թվային քարտեզները և դրանք կիրառել ճշգրիտ գյուղատնտեսության համակարգում: Ծշգրիտ գյուղատնտեսական համակարգը ոչ թե որոշակի մեթոդների և տեխնիկական միջոցների համախումբ է, այլ ընդհանուր կոնցեպցիա, որը հիմնված է արբանյակային տեղորոշման տեխնոլոգիաների (GPS), երկրափողեկավարական համակարգերի (GIS), հողերի ճշգրիտ քարտեզագրման և այլնի վրա: Ծշգրիտ գյուղատնտեսության ամբողջ համակարգի հիմքում դաշտերի բոլոր ճշգրիտ բնութագրերով քարտեզների օգտագործումն է, որոնք նշում են հողակտորի սահմանները, սակայն այդ քարտեզները գրեթե ոչ մի օգտակար տեղեկատվություն չեն տալիս գյուղատնտեսական արտադրության գործընթացի համար:

Քանալի բառեր՝ ճշգրիտ գյուղատնտեսություն, սպեկտրալ կամերաներ, NDVI, NDRE, GNDVI, CVI:

Նախաբան

Ժամանակակից աշխարհը, ինչպիսին այն գիտենք, այդպիսին է դարձել մեծ մասամբ գյուղատնտեսական հեղափոխության շնորհիվ: Տեխնոլոգիական առաջընթացը բազմապատկել է աշխատանքի արդյունավետությունն այս ոլորտում, և դրա հետևանքով գյուղատնտեսությամբ զբաղվող փոքրաթիվ մարդիկ կարող են կերակրել ամբողջ մոլորակի բնակչությանը: Այնուամենայնիվ, առաջընթացը չի դադարում տեղում, և օր օրի ստեղծվում են արդյունավետության բարձրացման նոր մեթոդներ: Ներկայիս առավել զարգացած տեխնոլոգիաներից մեկը ճշգրիտ գյուղատնտեսությունն է:

Արդյունքները և վերլուծությունը

Ժամանակակից գյուղատնտեսությունն աշխատում է նույն սկզբունքներով, ինչ ցանկացած այլ բիզնես. անընդհատ ձգտում է իջեցնել միավոր ծավալով արտադրանքի գինը, միավոր ծավալով ծախսված ռեսուրսի համեմատ բարձրացնել արտադրողականությունը:

20-րդ դարում այս նպատակներին հասնելուն նպաստել է դասական գործիքակազմը, որը թույլ է տվել օգտագործել ավելի շատ

- տնտեսող գյուղատնտեսական մեքենաներ,
- բույսերի արդյունավետ տեսակներ,
- արդյունավետ պարարտանյութեր,
- ռացիոնալ ագրոտեխնոլոգիական տեխնիկա:

Այսօր այդ գործիքները դեռևս արդիական են, սակայն դրանց ներուժը գրեթե հասել է իր հնարավորությունների սահմանին: Միևնույն ժամանակ հայտնվել են նախկինում անհասանելի նոր գործիքներ, մասնավորապես լայն տարածում ստացած արբանյակային և համակարգչային տեխնոլոգիաները:

Ճշգրիտ գյուղատնտեսությունը բերքատվության կառավարման համակարգ է, որը հիմնված է արբանյակային և համակարգչային տեխնիկայի միացյալ համակարգի վրա: Աչքաչափով վարելու, ցանելու, պարարտացնելու փոխարեն, ինչպես արվել է մարդկության պատմության ողջ ընթացքում, այսօր արդեն գյուղացին կարող է հաշվարկել սերմի, պարարտանյութի և այլ ռեսուրսների ծախսը հողամասի ամեն սանտիմետրի համար շատ մեծ ճշտությամբ:

Այն բանից հետո, երբ դրոնային, արբանյակային և լաբորատոր տվյալների հիման վրա դաշտի քարտեզ է կազմվում, նշելով յուրաքանչյուր սանտիմետրի բնութագրիչ տվյալները, ֆերմերը հնարավորություն է ստանում ավելի արդյունավետ բաշխել ռեսուրսները: Արդյունքում հնարավոր է դառնում խուսափել ռեսուրսների գերծախսից այնտեղ, որտեղ դրանք նախկինում օգտագործվել են ավելցուկով և ավելացնել դաշտի այն հատվածների արտադրողականությունը, որոնց ոռոգումը, մշակումը կամ պարարտացումը նախկինում անբավարար էր:

Այս մոտեցումը կարող է բարձրացնել միավոր մակերեսից արտադրանքի քանակը՝ իջեցնելով ծախսերը, հասցնելով հողի ամեն քառակուսի մետրի բերքատվությունը առավելագույնի բավարար մասշտաբի դեպքում: Բացի դրանից՝ այս տեխնոլոգիան հնարավորություն է տալիս բարձրացնել արտադրանքի որակը և նվազեցնել շրջակա միջավայրի վրա ծանրաբեռնվածությունը (UN Development Programme 2021):

Ճշգրիտ գյուղատնտեսական համակարգը ոչ թե որոշակի մեթոդների և տեխնիկական միջոցների համախումբ է, այլ ընդհանուր կոնցեպցիա, որը հիմնված է արբանյակային տեղորոշման տեխնոլոգիաների (GPS), երկրատեղեկատվական համակարգերի (GIS), հողերի ճշգրիտ քարտեզագրման և այլնի վրա:

Ճշգրիտ գյուղատնտեսությունը առանձին գրեթե անկախ տեխնոլոգիաների համախումբ է, որոնցից յուրաքանչյուրի կիրառման անհրաժեշտությունը որոշվում է գյուղատնտեսական ձեռնարկության սեփականատերերի և ղեկավարների հայեցողությամբ: Այսինքն՝ կարելի է միանգամից օգտագործել բոլոր տեխնոլոգիաները կամ միայն նրանք, որոնց ազդեցությունը ձեռնարկության համար առավել նշանակալից կլինի:

Ճշգրիտ գյուղատնտեսության ամբողջ համակարգի հիմքում դաշտերի բոլոր ճշգրիտ բնութագրերով քարտեզների օգտագործումն է: Իհարկե, յուրաքանչյուր դաշտի համար կան կադաստրային քարտեզներ, որոնք նշում են հողակտորի սահմանները, սակայն այդ քարտեզները գրեթե ոչ մի օգտակար տեղեկատվություն չեն տալիս գյուղատնտեսական արտադրության գործընթացի համար:

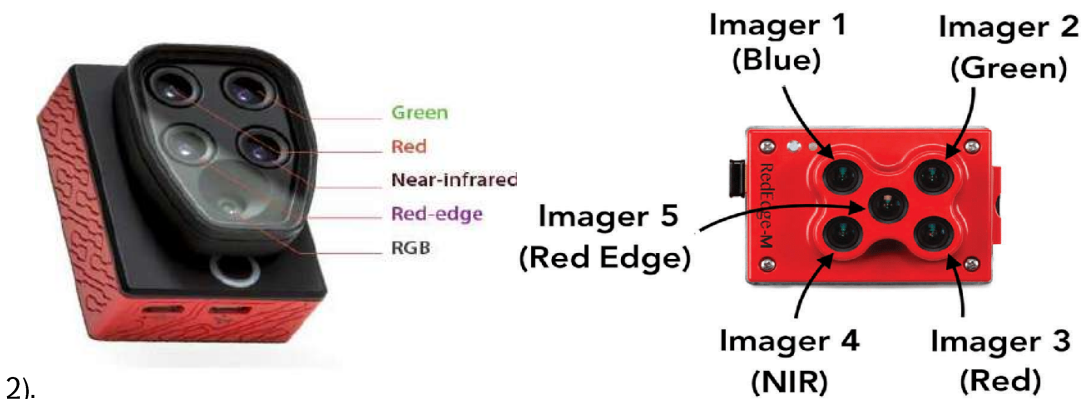
Հողամասերի սահմաններից բացի՝ անհրաժեշտ են ճշգրիտ տվյալներ հողի քիմիական կազմի, դրա խոնավության մակարդակի (ներառյալ ստորերկրյա ջրերի խորությունը), ստացած արևային ճառագայթման քանակի, հորիզոնի նկատմամբ լանջի թեքության, գերակշռող քամիների, անտառների, լճակների, արդյունաբերա-

կան օբյեկտների առկայության մասին: Որքան շատ գործոններ են հաշվի առնվում և ավելի մանրամասն քարտեզներ են կազմվում, այնքան ավելի արդյունավետ կարելի է կիրառել համակարգչային, դրոնային և արբանյակային տեխնոլոգիաները:

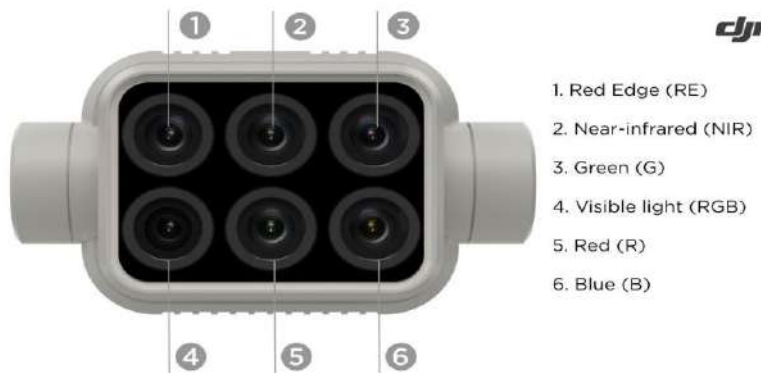
Քարտեզագրումը իրականացվում է տարբեր մեթոդներով: Այն ներառում է հողի նմուշառում, հետագա լաբորատոր վերլուծություն, արբանյակային հանույթի ստացում և յուրաքանչյուր հողատարածքի ընդհանուր գիտական վերլուծություն: Իհարկե, քարտեզները կազմվում են ոչ թե թղթի վրա, այլ էլեկտրոնային տարբերակով, հատուկ համակարգչային ծրագրերի միջոցով, որոնք ստացված տվյալները կարող են ինտեգրել համակարգի մնացած սարքավորումների հետ:

Էլեկտրոնային քարտեզների հիման վրա ստեղծվում են ճշգրիտ հրահանգներ պարարտանյութերի, սերմերի, ջրի քանակի վերաբերյալ, որոնք պետք է կիրառվեն հողատարածքի յուրաքանչյուր հատվածում: Այս հրահանգները վերբեռնվում են համակարգչային գյուղատնտեսական սարքավորումներ, որոնք դուրս են գալիս հողատարածք: Հաջորդիվ մեքենան մշակում է հողատարածքը՝ նվազագույն մարդկային մասնակցությամբ, որը պարզապես վերահսկում է այդ հրահանգների կատարման ճշգրտությունը:

Ճշգրիտ գյուղատնտեսության վարման քարտեզագրական տվյալների բազաների ստեղծման համար հիմք են հանդիսանում ինչպես արբանյակների տվյալները, այնպես էլ անօդաչու թռչող սարքերի(դրոնների) միջոցով ստացված տվյալները: Դրոնների կիրառությունը գյուղատնտեսությունում տարեցտարի մեծ տարածում է գտնում: Այս տեխնոլոգիաների կիրառությունը մեծ զարգացում է ապրել վերջին 5-6 տարիների ընթացքում: Դրոնների կողմից առաջնային կիրառությունը դաշտերի թվային քարտեզների ստացում էր, սակայն գիտության զարգացման հետ մեկտեղ սպեկտրալ կամերաներով ինտեգրված անօդաչու թռչող սարքերը հնարավորություն ընձեռեցին իրականացնելու լայն սպեկտրի վերլուծություններ(T. Hovhannisyan, P. Efendyan, M. Vardanyan 2018): Աշխարհում ամենատարածված մոլտիսպեկտրալ կամերաները երեքն են՝ Parrot sequoia, Micasense rededge (նկ 1) և DJI P4 multispectral (նկ

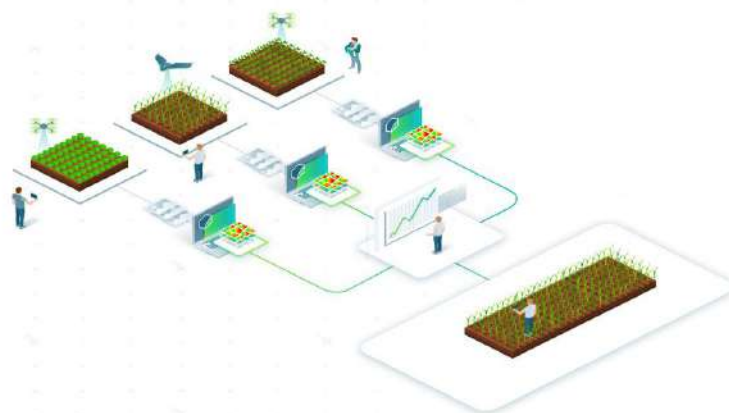


Նկ 1 Parrot Sequoia(ծախ) և The MicaSense RedEdge (աջ) մուլտիսպեկտրալ կամերաներ



Նկ. 2. DJI P4 multispectral.

Նկար 1-ում և նկար 2-ում ներկայացված են սպեկտրալ այն գույները, որոնք ֆիքսում են նշված կամերաները: Ի տարբերություն Parrot sequoia-ի, MicaSense-ի և DJI-ի՝ կամերաները, բացի ինֆրակարմիր, մոտակա կարմիր, կանաչ և կարմիր սպեկտրներից, ֆիքսում են նաև լույսի անդրադարձած կապույտ սպեկտրի ճառագայթները: Ստացված տվյալները ծրագրային փաթեթների միջոցով վերլուծվում են, կազմվում են դաշտերի թվային մոդելները և վեգետացիոն ինդեքսների քարտեզները, որն այնուհետև փոխանցվում է ֆերմերներին և պատվիրատուներին (նկ.3): Վեգետացիոն ինդեքսների հաշվարկում ճշգրիտ գյուղատնտեսության վարման ամենակարևոր փուլերից մեկը ներկայումս ամբողջ աշխարհում ամենատարածված և կիրառելի ինդեքսը NDVI վեգետացիոն ինդեքսն է (Տ. Ա. Hovhannisyan 2017): Փորձերը ցույց են տվել, որ միայն NDVI-ի կիսումամբ հնարավոր չէ ստանալ ցանքատարածությունների վերաբերյալ հստակ տեղեկատվություն: Դիտարկվող դաշտերում վեգետացիային հետևելու համար հաշվարկվում են նաև NDRE, GNDVI, CVI վեգետացիոն ինդեքսները (Ք. Տ. Efendyan, Տ. Ա. Hovhannisyan, Տ. Մ. Hakobyan 2021):



Նկ. 3. տվյալների հավաքագրման և մշակման ցիկլը:

NDRE կարմիր տիրույթի հարաբերական ինդեքսն է, GNDVI-ը կանաչ նորմավորված վեգետացիոն ինդեքսն է, CVI-ն՝ քլորոֆիլի պարունակության վեգետացիոն ինդեքսը(<https://gis-lab.info/qa/vi.html>, <https://www.soft.farm/ru/blog/vegetacionnye-indeksy-ndvi-evi-gndvi-cvi-true-color-140>) :

Նշված ինդեքսների հաշվարկման բանաձևերը ներկայացված են նկ. 4-ում:

$$\begin{aligned} \text{GNDVI} &= \frac{(\text{NIR} + \text{G} \cdot \text{R})}{(\text{NIR} - \text{G} \cdot \text{R})} & \text{CAI} &= \frac{\text{G} \cdot \text{R}}{\text{NIR}} \times \frac{\text{G} \cdot \text{R}}{\text{B} \cdot \text{G}} \\ \text{NDVI} &= \frac{(\text{NIR} + \text{R})}{(\text{NIR} - \text{R})} & \text{NDRE} &= \frac{(\text{NIR} + \text{RE})}{(\text{NIR} - \text{RE})} \end{aligned}$$

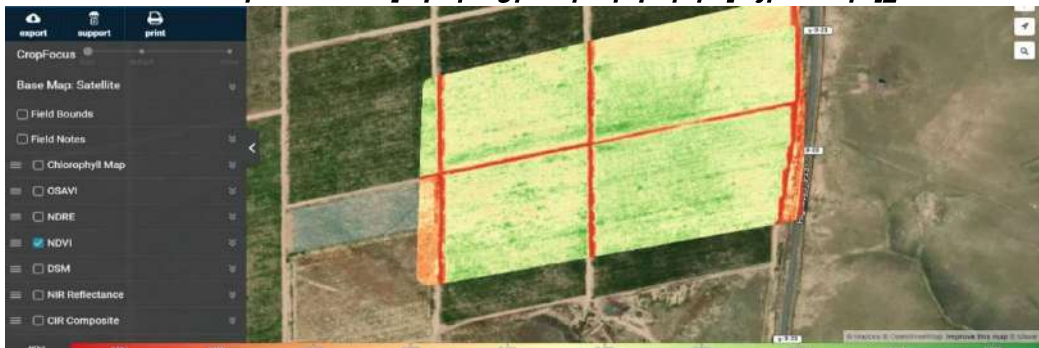
Նկ. 4. Վեգետացիոն ինդեքսների հաշվարկման բանաձևերը:

Մեր կողմից նշված տեխնոլոգիաների ներդրման փորձեր կատարվել են Հայաստանի Հանրապետության տարբեր համայնքերում:

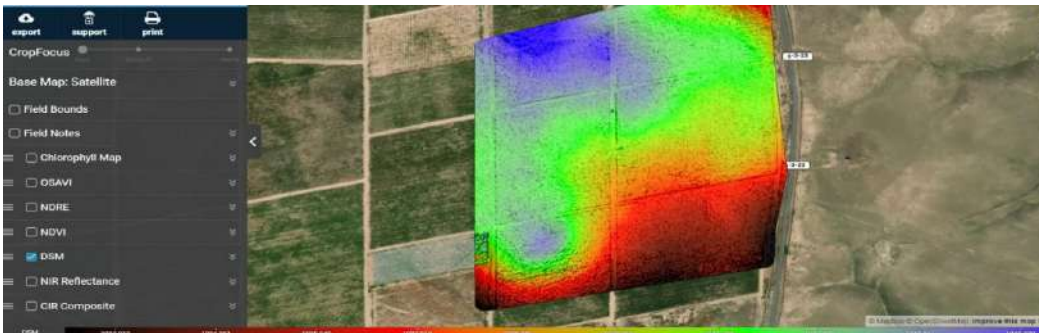
Կատարված աշխատանքների օրինակները ներկայացված են նկարներ 5-ում, 6-ում և 7-ում.



Նկ. 5. NDRE վեգետացիոն ինդեքսի թվային մոդելը:



Նկ. 6. NDVI վեգետացիոն ինդեքսի թվային մոդելը:



Նկ. 7. Դաշտի բարձրության թվային մոդելը:

Եզրակացություն

Վեգետացիոն ինդեքսների շնորհիվ մենք տեսնում ենք պրոբլեմատիկ տեղամասերը, որտեղ վեգետացիան բնականոն չի ընթանում, դրանց շնորհիվ կարող ենք արագ և տեղային լուծումներ գտնել խնդրահարույց տեղամասերում, իսկ բարձրությունների թվային մոդելները հնարավորություն կտան ճիշտ կազմակերպել և նախագծել ոռոգման համակարգերը:

Ճշգրիտ գյուղանտեսության ներդրումը գյուղատնտեսությունում նոր և արագ զարգացող ոլորտ է, որը կարող է իր ուրույն դերն ունենալ Հայաստանի գյուղատնտեսության զարգացման գործընթացում:

Օգտագործված գրականության ցանկ

1. P. S. Efendyan, T. A. Hovhannisyan, T. M. Hakobyan Determination of Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) by Applying Disco-Pro AG Drones in Vineyards, AGRISCIENCE AND TECHNOLOGY, Yerevan N 2 (74)/2021 pp. 123-126
2. T. Hovhannisyan, P. Efendyan, M. Vardanyan Creation of a digital model of fields with application of DJI phantom 3 drone and the opportunities of its utilization in agriculture// Annals of Agrarian Science.-2018.- Vol. 16, issue 2.- P.177-180
3. T. A. Hovhannisyan Determination of the NDVI vegetation index by remote sensing of the Earth (based on the example of Arzakan community of Kotayk region)// Bulletin of National Agrarian University of Armenia.- Yerevan, 2017.-N4.-P.88-92
4. United Nations Development Programme: Precision Agriculture for Smallholder Farmers 2021 <https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/2021-10/UNDP-Precision-Agriculture-for-Smallholder-Farmers.pdf>
5. <https://gis-lab.info/qa/vi.html> (15.01.2022)
6. <https://www.soft.farm/ru/blog/vegetacionnye-indeksy-ndvi-evi-gndvi-cvi-true-color-140> (15.01.2022)

POSSIBILITIES OF INTRODUCING PRECISION AGRICULTURE IN THE REPUBLIC OF ARMENIA

AVAGYAN MARTIN

*Doctor of Agriculture,
Dean of Faculty of Natural Sciences and Economics,
Gavar State University
e-mail: _m.avagyan@gsu.am*

EFENDYAN PARUYR

*Doctor of Technical Sciences, Full Professor,
Lecturer of Biology, Ecology and Healthy Lifestyle Chair,
Gavar State University
Assistant Professor of Water and Land Resources Management Department,
Armenian National Agrarian University
e-mail: armgeoinform@mail.ru*

HOVHANNISYAN TIGRAN

*PhD in Technical Sciences, Associate Professor,
Assistant Professor of Water and Land Resources Management Chair,
Armenian National Agrarian University
e-mail: tigranhov20@gmail.com*

KHUDAVERDYAN NANE

*PhD in Technical Sciences, Associate Professor,
Lecturer of Biology, Ecology and Healthy Lifestyle Chair,
Gavar State University
Assistant Professor of Water and Land Resources Management Chair,
Armenian National Agrarian University
e-mail: naneharmeni@gmail.com*

The modern world as we know it arose largely due to the agricultural revolution. Precision agriculture is a crop management system based on a combined system of satellite and computer technologies. Technological progress has increased the efficiency of work in this area by far, and as a result, a small number of people who engaged in agriculture can feed the entire population of the planet. And yet, progress does not stop there, and new methods of increasing efficiency are created every day. Today, one of the most advanced technologies is precision agriculture.

The purpose of the work is to study the international experience of implementing precision agriculture, obtain digital maps of various types of vegetation indicators using drones and apply them in the precision agriculture. Precision agriculture system is not a set of specific methods and technical hardware, but a general concept based on global

positioning technologies (GPS), geographic information systems (GIS), precise land mapping, etc. The basis of the entire precision agriculture system is the usage of maps with all the precise characteristics of the fields, indicating the boundaries of the land plot. However, these maps provide almost no useful information for the agricultural production process.

Keywords: *Precision Agriculture, Spectral Cameras, NDVI, NDRE, CVI.*

ОСОБЕННОСТИ ВНЕДРЕНИЯ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ В РЕСПУБЛИКЕ АРМЕНИЯ

АВАГЯН МАРТИН

*Доктор сельскохозяйственных наук
Декан естественно-экономического факультета ГГУ*

электронная почта: m.avagyan@gsu.am

ЭФЕНДЯН ПАРУЙР

*Доктор технических наук, профессор
Преподаватель кафедры биологии, экологии и здорового образа жизни ГГУ
Профессор кафедры водных и земельных ресурсов Национального аграрного
университета Армении*

электронная почта: armgeoinform@mail.ru

ОГАННЕСЯН ТИГРАН

*Кандидат технических наук, доцент
Ассистент кафедры водных и земельных ресурсов Национального аграрного
университета Армении*

электронная почта: tigranhov20@gmail.com

ХУДАВЕРДЯН НАНЕ

*Кандидат технических наук, доцент
Преподаватель кафедры биологии, экологии и здорового образа жизни ГГУ
Ассистент кафедры водных и земельных ресурсов Национального аграрного
университета Армении*

электронная почта: naneharmeni@gmail.com

Современный мир, каким мы его знаем, возник во многом благодаря сельскохозяйственной революции. Точное земледелие — это система управления урожайностью, основанная на сочетании системы спутниковых и компьютерных технологий. Технологический прогресс многократно увеличил эффективность работы в этой области, в результате чего небольшое количество людей, занятых сельским хозяйством, может прокормить все население планеты. И тем не менее, прогресс не останавливается на достигнутом, и день за днём создаются новые методы повыше-

ния эффективности. Сегодня одной из самых передовых технологий является точное земледелие.

Цель исследования — изучить международный опыт внедрения точного земледелия, получить с помощью дронов цифровые карты различных типов показателей растительности и применить их в системе точного земледелия. Система точного сельского хозяйства – это не набор конкретных методов и технических средств, а общая концепция, основанная на технологиях спутникового позиционирования (GPS), географических информационных системах (ГИС), точном картографировании земель и т. д. В основе всей системы точного земледелия лежит использование карт со всеми точными характеристиками полей, обозначающих границы земельного участка, но эти карты почти не дают полезной информации для процесса сельскохозяйственного производства.

Ключевые слова: *точное земледелие, спектральные камеры, NDVI, NDRE, GNDVI, CVI.*

Հոդվածը ներկայացվել է խմբագրական խորհուրդ 01.09.2024թ.:

Հոդվածը գրախոսվել է 11.09.2024թ.:

Ընդունվել է տպագրության 30.11.2024թ.: