

საქართველოს სახელმწიფო სასოფლო-სამეურნეო უნივერსიტეტი

ბელნაწერის უფლებით

კობა ტორიკაშვილი

მცირე ფერმერულ მეურნეობებში სასოფლო-სამეურნეო
კულტურების მოვლა-მოყვანის სამანქანო ტექნოლოგიებისა
და ტექნიკური საშუალებების შერჩევა-სრულყოფა
(შიდა ქართლის რეგიონის მაგალითზე)

სპეციალობა 05.20.01 – სოფლის მეურნეობის
წარმოების მექანიზაცია

ტექნიკის მეცნიერებათა კანდიდატის სამეცნიერო ხარისხის
მოსაპოვებლად წარმოდგენილი

დისერტაცია

სამეცნიერო ხელმძღვანელი – რევაზ მახარობლიძე,
საქართველოს სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა
აკადემიის აკადემიკოსი, ტექნიკის მეცნიერებათა
დოქტორი, პროფესორი, სახელმწიფო პრემიის ლაურეატი,

თბილისი

2006 წელი

ს ა რ ჩ ე ვ ი

თავი I მცირე ფერმერულ მეურნეობებში სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოვლა-მოყვანის მექანიზაციის აგროტექნიკური საფუძვლები;

- 1.1 საქართველოში მცირე ფერმერული მეურნეობის დახასიათება;
- 1.2 მცირე ფერმერული მეურნეობისათვის სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ნომენკლატურის შერჩევა;
- 1.3. მცირე ფერმერულ მეურნეობებში სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ფართობის მიხედვით რაციონალური განაწილება;
- 1.4. კვლევის მიზანი და ამოცანები;

თ ა ვ ი II მცირე ფერმერულ მეურნეობებში სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოვლა-მოყვანის სამანქანო ტექნოლოგიების შერჩევა-სრულყოფა;

- 2.1. საქართველოში გავრცელებული სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოვლა-მოყვანის სამანქანო ტექნოლოგიები;
- 2.2. მცირე ფერმერული მეურნეობებისათვის რაციონალური სამანქანო ტექნოლოგიების შერჩევა;
- 2.3 კულტურების მიხედვით მცირე ფერმერული მეურნეობისათვის სამანქანო ტექნოლოგიების სრულყოფა;
- 2.3 დასკვნები მეორე თავზე;

თავი III მცირე ფერმერულ მეურნეობაში სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოვლა-მოყვანის ოპტიმალური მანქანათა კომპლექსის შერჩევა;

- 3.1 საწყისი მონაცემები მანქანათა კომპლექსის შერჩევისათვის;
- 3.2 ოპტიმალური მანქანათა კომპლექსის შერჩევა ხვედრითი დანახარჯების მინიმუმის კრიტერიუმით;
- 3.3 მანქანათა კომპლექსის შერჩევა ბიზნეს-გეგმის მეთოდით;
- 3.4. დასკვნები მესამე თავზე;

თ ა ვ ი IV ცირე ფერმერულ მეურნეობაში სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოვლა-მოყვანის მანქანათა კომპლექსის სრულყოფა;

4. 1. მცირე ფერმერულ მეურნეობაში ცალკეული სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოვლა-მოყვანის მაღალი ტექნოლოგიების შესასრულებლად გამოყენებული მანქანათა კომპლექსი;
- 4.2 კომბინირებული მანქანების მუშა ორგანოების პარამეტრების თეორიული დასაბუთება;
- 4.3. ნიადაგის ორფენოვანი დამუშავების მოტობლოკიანი აგრეგატის კონსტრუქცია და მუშაობის პრინციპი;
- დასკვნები მეოთხე თავზე;

თავი V მოდერნიზებული მუშა ორგანოების ექსპერიმენტალური კვლევა;

- 5.1. ექსპერიმენტალური კვლევის პროგრამა;
- 5.2 ექსპერიმენტალური კვლევის მეთოდოლოგია;
- 5.2.1 რაციონალური დაგეგმვის მეთოდოლოგია;
- 5.2.2 ექსპერიმენტალური ნაკვეთის ფიზიკურ-მექანიკური და

ბიოლოგიური დახასიათება;

5.2.3. ორფენოვანი დამუშავების ტექნოლოგიური პროცესის აგროტექნიკური მაჩვენებლების განსაზღვრა;

5.2.4 ორფენოვანი დამუშავების აგრეგატის ენერგეტიკული შეფასება;

5.2.5 ექსპერიმენტის ოპტიმალური დაგეგმვის შედეგების ანალიზი;

5.3. ექსპერიმენტალური კვლევის შედეგების ანალიზი;

5.3.1. ექსპერიმენტალური ნაკვეთის დაგეგმვა და ბუნებრივ-ნიადაგობრივი დახასიათება;

5.3.2. ტექნოლოგიური პროცესის აგროტექნიკური მაჩვენებლების ანალიზი;

5.3.3. ენერგეტიკული მაჩვენებლების ანალიზი;

დასკვნები მე-5 თავზე;

თავი VI ახალი და არსებული ტექნოლოგიების

შედარებითი ეკონომიკური გაანგარიშება;

დასკვნები VI თავზე;

საერთო დასკვნები.

თავი I

მცირე ფერმერულ მეურნეობებში სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოვლა-მოყვანის მექანიზაციის აგროტექნიკური საფუძვლები

1.1 საქართველოში მცირე ფერმერული მეურნეობის დახასიათება

საქართველოში სახელმწიფოს მოწყობის პოლიტიკური საფუძვლების ცვლილებამ გამოიწვია მისი ეკონომიკური ზედნაშენის ძირეული ცვლილებებიც. კერძოდ, სოფლის მეურნეობის საბაზრო ეკონომიკურ ურთიერობებზე გადასვლამ და მიწის სავარგულების პრივატიზაციამ, სოფლად ჩამოაყალიბა მეწარმეთა ახალი ფენა – წვრილი ფერმერი, რომელმაც შეადგინა სოფლის მაცხოვრებელთა თითქმის 70%. შესაბამისად გაჩნდა წვრილი ფერმერული მეურნეობები, რომლებიც იძლევიან სოფლად წარმოებული სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციის თითქმის 85%.

პოსტსაბჭოთა სივრცეში და კერძოდ, საქართველოში მეურნეობრიობის ასეთი მოწყობის გამოცდილება არ იყო, ამასთან მისი შესაბამისი ენერგეტიკული ბაზა – მინიტექნიკა მძლავრი ტექნიკის დანამატად ითვლებოდა და მას დამოუკიდებელი ფუნქცია არ გააჩნდა. მაშინ როდესაც, საზღვარგარეთ ასეთი ტექნიკის მძლავრი

საწარმოები არსებობენ და წვრილი ფერმერული მეურნეობები სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციის ძირითადი მწარმოებლები არიან. აქვე უნდა აღვნიშნოთ, რომ მცირე ფერმერული მეურნეობა საშუალებას იძლევა მაქსიმალურად გამოვიყენოთ მცენარის ბიოლოგიური შესაძლებლობები, რისი მიღწევაც შეუძლებელია ინდუსტრიური წარმოების დროს.

სანკტ-პეტერბურგის აგროფიზიკურ ინსტიტუტში პროფესორმა ბ. ს. მოშკოვმა [25] ინტენსიური განათებისა და რეგულირებადი ტემპერატურის დანადგარებში, ოპტიმალური ტენიანობისა და ფესვური კვების რეჟიმების გამოყენებით 60 დღეში 1მ² ფართობზე მიიღო პომიდორის 36-40 კგ. მოსავალი, რაც წლის განმავლობაში შეადგენს 200 კგ/მ², მაშინ როდესაც პომიდორის მოსავლიანობა ღია გრუნტში 1,7 – 2,0 კგ/მ²-ია და სათბურებში 36-38 კგ/მ². მცირე ფერმერულ მეურნეობებში შესაბამისი აგროტექნიკური ღონისძიებების სრულყოფილი განხორციელების შემთხვევაში ღია გრუნტში შესაძლებელია ისეთივე მოსავლის მიღება, როგორც დახურულ გრუნტში.

ანალოგიური შედეგებია მიღწეული სხვა კულტურებშიც. ი. ა. კომოვმა [25] ორიგინალური აგროტექნიკური მეთოდების გამოყენებით მოსკოვის ოლქში ერთი ჰა ფართობიდან მიიღო მარცვლეული კულტურების 120 – 160 ც. მოსავალი.

მცირე სასოფლო-სამეურნეო წარმოების მაღალ ეფექტურობას ადასტურებს მსოფლიო გამოცდილებაც. ჩინეთში საკვების წარმოების პრობლემა გადაიჭრა 8 –9 მუ (0,53 – 0,6 ჰა) ფართობის მქონე გლეხური მეურნეობების ხარჯზე. იაპონია 1ჰა-ზე ნაკლები ფართობის მქონე ფერმერული მეურნეობების (საერთო ფართობი 5,7 მლნ. ჰა) ხარჯზე უზრუნველყოფს საკვები პროდუქტებით 120 მლნ. მცხოვრებელს. ამასთან ფერმერულ მეურნეობებში მოსავლიანობა მნიშვნელოვნად აღემატება ინდუსტრიული წარმოების მაჩვენებელს.

გერმანიის ფედერალური რესპუბლიკის სოფლის მეურნეობის საფუძველს წარმოადგენს ტიპური ფერმერული მეურნეობა, საკუთარი ან არენდით აღებული მიწის სავარგულებით. სხვა მაღალგანვითარებულ ქვეყნებთან შედარებით, მისი სასოფლო-სამეურნეო წარმოება ითვლება მცირედ. სოფლის მეურნეობაში გამოყენებულ 11,9 მლნ. ჰა. მიწის სავარგულებზე განთავსებულია 665 ათასი ფერმერული მეურნეობა. ერთი მეურნეობის მიერ დაკავებული სავარგულების საშუალო ფართობია 17,7ჰა. ამ

პირობებში ქვეყნის მოსახლეობა მთლიანად უზრუნველყოფილია საკვები პროდუქტებით [31].

საქართველო ძირითადად აგრარული ქვეყანაა. ქვეყნის საერთო ფართობიდან 2991100 ჰა. სასოფლო-სამეურნეო სავარგულს წარმოადგენს. ქვეყნის მოსახ-ლეობიდან 1019800 მაცხოვრებელი მიწით მოსარგებლეთა, აქედან 693400 სოფლის მკვიდრი მაცხოვრებელია. მიწის მოსარგებლეთა სტრუქტურა და მიწის სავარგულების განაწილება მათ შორის მოცემულია №1.1 ცხრილში [5].

როგორც №1.1 ცხრილის ანალიზი გვიჩვენებს მიწით მოსარგებლეთა ძირითადი ნაწილი გაერთიანებულია პირველ და მეორე ჯგუფებში 95,6%, მაშინ როდესაც, მათ მფლობელობაშია მიწის სავარგულების მხოლოდ 50,9% და ერთი მეწარმე ფლობს მხოლოდ 1,25 ჰექტარ და ნაკლებ ფართობს. ამ დროს ფიზიკური და იურიდიული პირების რაოდენობაა მხოლოდ 4,4% და მათ განკარგულებაშია მიწის სავარგულების 49,1 %. თითოეული მათგანი კი ფლობს: ფიზიკური პირი 4,94-დან - 5,76-მდე, იურიდიული პირი 101,2-დან – 156,9-მდე ჰექტარს.

საქართველოში სასოფლო-სამეურნეო მიწების პრივატიზაცია 1992 წლიდან დაიწყო. მისი მიზანია ნაკვეთების გადასვლა მეურნის სრულ განკარგულებაში, რითაც იგი წარმოების ძირითად საშუალებად იქცევა. პრივატიზაცია შეეხო სას-

ცხრილი №1.1

მიწით მოსარგებლეთა სტრუქტურა და სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების განაწილება მწარმოებელთა შორის.

მიწით მოსარგებლეთა სტრუქტურა		სოფლად მცხოვრები		ქალაქში მცხოვრები		სულ		ფიზიკური პირი		იურიდიული პირი		სულ	
		ათასი სული	%	ათასი სული	%	ათასი სული	%	ათასი სული	%	ათასი სული	%	ათასი სული	%
საქართველო	მოსარგებლეთა რაოდენობა	693,4	65,6	326,4	30	1019,8	95,6	40,99	3,84	5,52	0,6	46,51	4,4
	მიწის ფართობი ჰა	717,1	46,2	72,6	4,7	789,7	50,9	202,4	13,1	556,1	36	761,0	49,1
	საშ. ფართობი 1 მოსარგებ.	1,03 – 0,82 ჰა		0,22 - 0,23 ჰა.		0,774 – 0,58 ჰა		4,94 – 5,76 ჰა		101,2–156,9 ჰა		16,36 -20,8 ჰა	

ოფლო-სამეურნეო სავარგულების ყველა კატეგორიას, სახნავიდან დაწყებული სამოვრებით დამთავრებული. პრივატიზაციის შედეგები 2000 წლისათვის მოცემულია №1.2 ცხრილში [78].

ცხრილი №1.2

სავარგულების კუთვნილება		საკუთრებაში გაცემული		იჯარით გაცემული		გაუნაწილე-ბელი		სულ სავარგულები	
		ათასი ჰა	%	ათასი ჰა	%	ათასი ჰა	%	ათასი ჰა	%
სავარგულების კატეგორია	სახნავი	431,9	54,8	260,0	33	96,5	2,2	788,4	100
	მრავალწლ. ნარგავები	185,7	66,6	31,0	11,11	62,2	2,3	278,9	100
	სათიბი	44,6	33,6	28,6	20,1	65,31	6,1	141,5	100
	სამოვარი	124,5	7,0	441,4	24,8	1216,4	8,3	782,3	100
	სულ	789,7	26,4	761,0	25,4	1440,4	48,2	2991,1	100

როგორც ცხრილის ანალიზი გვიჩვენებს, პრივატიზებულია მიწის სავარგულების 789700 ჰა, ანუ 26,4 %. სავარგულების კატეგორიების მიხედვით ჩატარებული ანალიზის საფუძველზე დადგენილია, რომ მაქსიმალურად პრივატიზებულია შედარებით მაღალპროდუქტიული, ძვირადღირებული პროდუქტის მომცემი სავარგულები -სახნავი - 66,6 და მრავალწლიანი ნარგავები – 54,8%. ამავე კატეგორიის სავარგულებიდან არენდაზე გაცემულია შესაბამისად 11,11 და 33 %, ე.ი. ამ კატეგორიის სავარგულებიდან სასოფლო-სამეურნეო წარმოებაში გამოყენებულია 77,71 და 87,8%. შედარებით დაბალია სათიბების პრივატიზაციის პრო-ცენტი – 33,6, ხოლო სამოვრებისა მხოლოდ 7%, რაც გამოწვეულია ამ კატეგორიის სავარგულების მაღალმთიან ზონაში განლაგებით და მათი სოფლის საერთო სარგებლობაში დატოვებით [5].

პრივატიზაციის შედეგები მნიშვნელოვნად განსხვავდება ერთმანეთისაგან რეგიონების მიხედვით, რაც დამოკიდებულია სასოფლო-სამეურნეო წარმოების სპეციალიზაციაზე და ლანდშაფტურ პირობებზე. ასე მაგალითად, შიდა ქართლის რეგიონში, რომელსაც ეძღვნება ჩვენი სამეცნიერო ნაშრომი, სადაც ძირითადად განვითარებულია მემცენარეობა და მეხილეობა, პრივატიზაცია მაქსიმალურად შეეხო სახნავ სავარგულებსა და მრავალწლიან ნარგავებს. შიდა ქართლის სასოფლო-

სამეურნეო სავარგულების პრივატიზაციის ნათელ მაგალითს კასპის რაიონის სავარგულების პრივატიზაციის შედეგები წარმოადგენს (ცხრილი №1.3).

ცხრილი №1.3

კასპის რაიონის სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების პრივატიზაციის
შედეგები 2000 წლისათვის /ათასი ჰა/

სავარგულების კუთვნილება		საკუთრებაში გაცემული		იჯარით გაცემული		გაუნაწილე-ბელი		სულ სავარგულები	
		ათ. ჰა	%	ათ. ჰა	%	ათ. ჰა	%	ათ. ჰა	%
სავარგულების კატეგორია	სახნავი	7,4	17,4	32,3	76	2,74	6,6	42,44	100
	მრავალწლიანი ნარგავები	8,36	99	0,11	1	-	0	8,47	100
	სათიბი	0,01	4	0,1	37	0,16	59	0,27	100
	სამოვარი	0,13	0,2	38,0	76,4	11,6	23,4	49,73	100
	სულ	15,9	15,8	70,5	69,9	14,5	14,3	100,9	100

როგორც №1.3 ცხრილის ანალიზი გვიჩვენებს მაქსიმალურად არის პრივატიზირებული სახნავი და მრავალწლიანი ნარგავებით დაკავებული ფართობები, შესაბამისად პირად საკუთრებაშია გადაცემული 17,4 და 99%, იჯარითაა გაცემული 76 და 1% და გაუნაწილებლად დარჩენილია მხოლოდ 6,6 და 0%, მაშინ როდესაც სათიბებიდან და სამოვრებიდან სახელმწიფოს მფლო-ბელობაში რჩება 59 და 23,4%. პრივატიზაციის ასეთ სურათს განაპირობებს კასპის რაიონის სასოფლო-სამეურნეო წარმოების მიმართულება, თანაც სათიბებისა და სამოვრებით დაკავებული სავარგულების სიდიდე – 50 ათასი ჰექტარი.

პრივატიზაციის შედეგად სოფლად ჩამოყალიბდა მეურნეობრიობის ძირითადად ორი კატეგორია, მსხვილი ფერმერული მეურნეობა 50 – 100 და მეტი ჰექტარი სავარგულებით და წვრილი ფერმერული მეურნეობა 0,25 – 1,25 ჰა-დან 5 ჰა-მდე სავარგულებით. მათ შორის მიწის სავარგულების და სოფლის მოსახლეობის გადანაწილება მოცემულია №1.1 ცხრილში. მსხვილ ფერმერულ მეურნეობებში შეიძლება გამოვყოს ორი კატეგორია: ინდივიდუალური მეურნეობა და ასოცირებულ წვრილ ფერმერთა მეურნეობა. მიუხედავად იმისა, რომ ასეთი მეურნეობების მფლობელობაშია პრივატიზებული სავარგულების თითქმის 50%, მათ მიერ წარმოებული პროდუქციის

რაოდენობა ძლიერ მცირეა, ვინაიდან სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოვლა-მოყვანა და აღება ჯერ კიდევ მოძველებული, ექსტენსიური ტექნოლოგიებით წარმოებს და მოსავლიანობა ძლიერ დაბალია. აქედან გამომდინარე, სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციის ძირითადი მწარმოებელია წვრილი ფერმერული მეურნეობები. წვრილ ფერმერულ მეურ-ნეობებში სამი სახე შეიძლება გამოვყოთ: ფერმერული, გლეხური და საკარმიდამო. საკარმიდამო წვრილი მეურნეობის ფართია 0,22 – 0,25 ჰა, მისი დანიშნულებაა ფერმერის საკვების ფონდის მხოლოდ შევსება საკუთარი წარმოების პროდუქტებით. წვრილი გლეხური მეურნეობის მიერ დაკავებული ფართია 0,45 ჰა და მისი მიზანია კომლის უზრუნველყოფა საკუთარი წარმოების პროდუქტებით. წვრილი ფერმერული მეურნეობის მიერ დაკავებული ფართია 0,75 – 1,25 ჰა და მის ფუნქციებში შედის როგორც კომლის სრული უზრუნველყოფა კვების პროდუქტებით, ისე სარეალიზაციო პროდუქტის წარმოება. თანამედროვე მოწინავე ტექნოლოგიებისა და შესაბამისი ტექნიკური საშუალებების გამოყენებით შესაძლებელი იქნება სარეალიზაციო პროდუქციის წარმოება ყველა კატეგორიის წვრილ ფერმერულ მეურნეობებში.

1.2 მცირე ფერმერული მეურნეობისათვის სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ნომენკლატურის შერჩევა

ფერმერული მეურნეობის წარმატებით ფუნქციონირებისათვის აუცილებელია განისაზღვროს მისი საწარმოო მიმართულება - წმინდა სარეალიზაციო პროდუქციის წარმოებაზეა გათვლილი, თუ ითვალისწინებს კომლის მოთხოვნილებას სასოფლო-სამეურნეო პროდუქტებზე. საერთოდ ოპტიმალურია მცირე ფერმერული მეურნეობის ორიენტირება იმ მონოკულტურაზე, რომელიც მოსავლიანობის მიხედვით ოპტიმალურია მეურნეობის განლაგების ზონისათვის და მოწინავე მანქანური ტექნოლოგიების გამოყენების შემთხვევაში უზრუნველყოფს მეურნეობის რენტაბელობას და იძლევა მაქსიმალურ მოგებას. ასეთ შემთხვევაში ფერმერის მოთხოვნილებას მონოკულტურის გარდა სხვა სასოფლო-სამეურნეო პროდუქტებზე რეგიონალური ბაზარი დააკმაყოფილებს. იგივე რეგიონალური ბაზრის საშუალებით

მოხდება ფერმერის მიერ წარმოებული ძირითადი პროდუქციის რეალიზაცია. მცირე ფერმერული მეურნეობის ამ წესით მოწყობას ეწინააღმდეგება ქართველი გლეხის მენტალიტეტი, რომლის მიხედვით იგი ვალდებულია ოჯახის მოთხოვნილება სასოფლო-სამეურნეო პროდუქტებზე ძირითადად საკუთარი წარმოების პროდუქტებით დააკმაყოფილოს. ამრიგად, ფერმერული მეურნეობისათვის სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ნომენკლა-ტურის შერჩევის დროს გათვალისწინებული უნდა იყოს როგორც ზონის ბუნებრივ-კლიმატური თავისებურებები, ისე კომლის მოთხოვნილება. წარმოების ასეთი ფორმა შეიძლება მაქსიმალურად რენტაბელური არ იყოს, მაგრამ აუცილებელია კულტურების შერჩევის დროს ამ პრინციპით ხელმძღვანელობა.

სოფლად კომლი საშუალოდ შედგება 4 სულისაგან. კომლის ამ შემადგენლობის მიხედვით იანგარიშება ძირითადი პროდუქტების საჭირო წლიური რაოდენობა. საჭირო პროდუქტების ნომენკლატურა 5 ჯგუფად იყოფა: მარცვლეული, კარტოფილი, ბალჩეული და ბოსტნეული, ყურძენი და ხილი, მეცხოველეობის პროდუქტები. საჭირო პროდუქტების ჩამონათვალის მიხედვით დგინდება კულტურათა ჩამონათვალი: ხორბალი, სიმინდი, კარტოფილი, ვენახი, ბაღი, ბოსტანი, ბაღჩა, ერთწლიანი და მრავალწლიანი ბალახები. შერჩეული კულტურების წარმოება რაციონალური უნდა იყოს მოცემული ზონის ბუნებრივ-კლიმატური პირობებისათვის, ამასთან მათი მოსავლიანობა უნდა იძლეოდეს დამატებით სარეალიზაციო პროდუქტს, რომელიც უზრუნველყოფს სამრეწველო პროდუქტების შექმნისათვის აუცილებელ თანხებს.

1.3. მცირე ფერმერულ მეურნეობებში სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ფართობის მიხედვით რაციონალური განაწილება

მცირე ფერმერული მეურნეობის ჩამოყალიბების ორი ძირითადი ორგანიზაციული ფორმა არსებობს - სარეალიზაციო პროდუქტის წარმოების მიმართულების და ფერმერის ოჯახის მოთხოვნილების საკუთარი წარმოების სასოფლო-სამეურნეო პროდუქტებით დაკმაყოფილების. პირველ შემთხვევაში, როდესაც წარმოება ორიენტირებულია ერთ მონოკულტურაზე, ფართობის განაწილება

ფაქტიურად არ ხდება, ვინაიდან ფართობის 95% მონოკულტურა დაიკავებს, ხოლო დანარჩენ ფართობს დაიკავებს ყოველდღიური მოხმარების ბოსტნეული. მაგრამ საქართველოში ძირითადად მეორე ტიპის მცირე ფერმერული მეურნეობებია ჩამოყალიბებული. აქედან გამომდინარე საჭირო ხდება ფართობის განაწილება შერჩეული კულტურების მიხედვით. ამ განაწილების საფუძველი კი ფერმერის ოჯახის ნორმატიული მოთხოვნილებაა ამ პროდუქტებზე. ამ მოთხოვნილების დადგენა კი შესაძლებელია საშუალოდ ერთ სულზე წლის განმავლობაში საჭირო პროდუქტის ნორმატიული მოთხოვნილებით, რომელიც მოცემულია შესაბამის საცნობარო მასალებში [71] ნორმატიული მონაცემები [71] მოყვანილია №1.4 ცხრილში.

ცხრილი №1.4

ერთი სულისათვის საჭირო საკვების ნორმატიული წლიური რაოდენობა

№	პროდუქტების დასახელება	საკვების ნორმა 1 სულზე N კგ	კულტურის მოსავლიან- ობა კგ/მ ²	კულტურებს ქვეშ საჭირო ფართობი 1 სულზე F მ ²
1	პური და პურპროდუქტები ფქვილზე გადაანგარიშებით	148	0,4	528,7
2	სიმინდი	120	0,5	300
3	კარტოფილი	58	4,5	12,9
4	ბოსტნეული და ბალჩეული	232	4	58
5	პომიდორი	25	3 – 5	6,25
6	ბადრიჯანი, წიწაკა	5	2-3	2
7	კიტრი	30	2,5 –3,5	10
8	კომბოსტო	10	3 – 4	2,86
9	ხახვი და ნიორი	7	2 –3	2,8
10	სტაფილო	7	5 –7	1,2
11	ჭარხალი	7	5 –7	1,2
12	ყაბაყი, პატისონი	3	2,5 – 3,5	1,0
13	ლობიო, ბარდა	3	1,3	1,5
14	ახალი კარტოფილი	110/30	4 - 5	24,4
15	სხვა ბოსტნეული	25	2 -3	10
16	ნედლი ხილი	106		
17	გამზმარი ხილი	1,1		
18	შაქარი	29		
19	მცენარეული ზეთი	6,9		
20	ხორცი და ხორცის პროდუქტები სასაკონლო სახით	69		
21	რძის პროდუქტები და რძე გადაანგარიშებით რძეზე	319		

22	კვერცხი	220		
----	---------	-----	--	--

იმ შემთხვევაში თუ ფერმერის კომლში სულთა რაოდენობას აღვნიშნავთ n -ით, №1.4 ცხრილის მიხედვით შეიძლება ვიანგარიშოთ i -ური პროდუქტის საშუალო წლიური რაოდენობა კომლისათვის:

$$Q_i = nN_i \quad [1.1]$$

სადაც:

Q_i i -ური – პროდუქტის საჭირო წლიური რაოდენობაა ფერმერის ოჯახისათვის, კგ;

n – ფერმერის ოჯახში სულთა რაოდენობა;

N_i i -ური - პროდუქტის ნორმატიული რაოდენობა ერთ სულზე, კგ.

პროდუქტის საჭირო რაოდენობის მიხედვით შეიძლება ვიანგარიშოთ შესაბამისი კულტურით დაკავებული ფართი:

$$F_i = \frac{Q_i}{q_i} \quad [1.2]$$

სადაც: F_i i -ური კულტურის მიერ დაკავებული ფართია, მ²;

Q_i i -ური კულტურის საჭირო პროდუქტი, კგ;

q_i i -ური კულტურის მოსავლიანობა, კგ/მ².

ცალკეული კულტურისათვის საჭირო ფართობის მიხედვით იანგარიშება ფერმერის მიერ წარმოებულ სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციაზე ოჯახის მოთხოვნილების დასაკმაყოფილებლად გამოსაყოფი ფართი:

$$F_j = 10^{-4} \sum_{i=1}^m F_i \quad [1.3]$$

სადაც:

F_j – ჯამური ფართი ფერმერის ოჯახის მოთხოვნილების დასაკმაყოფილებლად, ჰა;

$i = 1, 2, 3 \dots m$ – ფერმერის მიერ წარმოებული სასოფლო-სამეურნეო კულტურების რაოდენობა.

მიღებული ფართობი საკმარისია მხოლოდ ფერმერის მიერ წარმოებული სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციის მისაღებად, მაგრამ გარდა ამ პროდუქტებისა საჭიროა პროდუქტების მთელი ჩამონათვალი, რომლის შესაძენად საჭირო ფინანსები მიიღება ნამატი პროდუქციის რეალიზაციით. ამ მოსაზრებიდან გამომდინარე ფერმერის განკარგულებაში არსებული სავარგულის ფართობი უნდა აღემატებოდეს [1.2] ფორმულით მიღებულ სიდიდეს:

$$F_f = (1,3 \dots 1,4) F_j \quad [1.4]$$

ვინაიდან საქართველოში სოფლის მაცხოვრებელთა მფლობელობაში გადასული მიწის სავარგულების ფართობი განსაზღვრულია სახელმწიფო კანონმდებლობით, ფერმერის საწარმოო ფართი შეზღუდულია 1,25 ჰექტრით. იმ შემთხვევაში თუ [1.4] ფორმულით მიღებული ფართობი აღემატება ამ სიდიდეს, მაშინ მისი შევსება შესაძლებელია იჯარით აღებული ფართობით. მაგრამ ხშირ შემთხვევაში საიჯარო ფართობი არ არსებობს. ამ შემთხვევაში საკმარისი პროდუქტის მიღების ერთადერთი საშუალებაა ნიადაგის პოტენციალის მაქსიმალური გამოყენება მოწინავე ტექნოლოგიებისა და ოპტიმალური მანქანათა სისტემის გამოყენებით.

1.4. კვლევის მიზანი და ამოცანები

როგორც განხილული მასალის ანალიზი გვიჩვენებს, დღეისათვის მცირე ფერმერული და გლეხური მეურნეობები სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციის ძირითად მწარმოებლებს წარმოადგენენ, მიუხედავად იმისა რომ, სოფლის მოსახლეობას წარმოების ასეთი სახით მოწყობის გამოცდილება არ ჰქონდა. პრივატიზაციის შედეგად პირად საკუთრებაში მიღებულმა სასოფლო-სამეურნეო სავარგულებმა და ქვეყანაში საბაზრო ეკონომიკის დამკვიდრებამ ქართველი გლეხი აიძულა მთელი მონდომებით მოეკიდა ხელი წარმოების ამ მეთოდისათვის. მიუხედავად იმისა, რომ მცირე ფერმერულ მეურნეობაში მოსავლიანობა საზოგადოებრივ საწარმოებთან შედარებით მაღალია, მაინც კულტურების პოტენციალური შესაძლებლობების რეალიზაციამდე ჯერ კიდევ შორსაა, რასაც თავისი ობიექტური და სუბიექტური მიზეზები აქვს.

უპირველეს ყოვლისა უნდა აღვნიშნოთ, რომ საქართველოში მცირე ფერმერული მეურნეობა საზოგადოებრივი მეურნეობის დამხმარე წარმოებას წარმოადგენდა. აქედან გამომდინარე მის ტექნოლოგიურ და ტექნიკურ სრულყოფაზე არავინ ფიქრობდა, მაშინ როდესაც მეურნეობრიობის ასეთი ფორმა საზღვარგარეთ სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციის წარმოების ძირითად მეთოდს წარმოადგენს, ხოლო ჩინეთსა და იაპონიაში მთელ მოსახლეობას უზრუნველყოფს ეკოლოგიურად სუფთა კვების პროდუქტებით [25]. ამ მიმართულებით მნიშვნელოვანი წინსვლა შეიმჩნევა რუსეთის ფედერაციაშიც, სადაც მეცნიერების მიერ ღია გრუნტში მიღებულია დახურულ გრუნტზე მაღალი მოსავალი. საქართველოში კი მცირე ფერმერულ მეურნეობებში წარმოება ჯერ კიდევ ექსტენსიური ტექნოლოგიით წარმოებს არარენტაბელური ტექნიკისა და ხელით შრომის გამოყენებით, რაც მნიშვნელოვნად ამცირებს მოსავლიანობას და ზრდის პროდუქციის თვითღირებულებას.

მცირე ფერმერული მეურნეობის წარმოების რენტაბელობის მიღწევისათვის საჭიროა სამეცნიერო კვლევის გაფართოება მისი ტექნოლოგიური და ტექნიკური სრულყოფისათვის. ამრიგად კვლევის მიზანია მცირე ფერმერული მეურნეობები-სათვის ისეთი რაციონალური მანქანური ტექნოლოგიების მოძიება და შემუშავება შესაბამისი სრულყოფილი მანქანათა სისტემით, რომლებიც უზრუნველყოფენ მაქსიმალურ მოსავლიანობას მინიმალური ენერგეტიკული და ფინანსური დანახარჯებით.

ამ მიზნის მისაღწევად კი საჭიროა შემდეგი კონკრეტული ამოცანების გადაჭრა:

- სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოვლე-მოყვანისა და აღების მაღალი მანქანური ტექნოლოგიების შემუშავება, მოძიება და დანერგვის პირობების შემუშავება;
- მაღალი ტექნოლოგიების შესაბამისი მანქანათა სისტემის დაზუსტება, ოპტიმალური ენერგეტიკული საშუალებების შერჩევა, ტექნოლოგიური მანქანების კონსტრუქციული სრულყოფა და თეორიული დასაბუთება;
- მანქანათა კომპლექსის ოპტიმიზაცია;
- მოდერნიზებული მანქანების ექსპერიმენტული კვლევა;
- სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოვლა-მოყვანისა და აღების მაღალი ტექნოლოგიის ეკონომიკური ეფექტიანობის შეფასება.

თ ა ვ ი II

მცირე ფერმერულ მეურნეობებში სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოვლა-მოყვანის სამანქანო ტექნოლოგიების შერჩევა-სრულყოფა

2.1. საქართველოში გავრცელებული სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოვლა-მოყვანის სამანქანო ტექნოლოგიები.

საქართველოში, ისე როგორც მთელ პოსტსაბჭოთა სივრცეში, აქცენტი აღებული იყო გამასივებელი სავარგულების ენერგოგაჯერებული წევის საშუალებებით დამუშავებაზე. სოფლის მაცხოვრებელთა განკარგულებაში მხოლოდ 0,25 ჰა ფართობის საკარმიდამო ნაკვეთები იყო, რაც მხოლოდ ყოველდღიური მოხმარების პროდუქტს იძლეოდა, იმასაც არასაკმარისი რაოდენობით. ძირითად, საწარმოო ბაზას კოლმეურნეობის ან საბჭოთა მეურნეობის გამასივებელი ფართობი წარმოადგენდა, საიდანაც მიღებული მოსავლის მცირე ნაწილს შრომადღეების ან ფულადი ანაზღაურებს სახით იღებდა სოფლის მაცხოვრებელი, დანარჩენი კი გადადიოდა სახელმწიფოს განკარგულებაში. ასეთი სისტემის დროს, უშუალოდ მეწარმის დაინტერესება კულტურის მოსავლიანობით ძალიან დაბალია, რაც იწვევს მოსავლიანობის დაქვეითებას, გამოყენებული ტექნოლოგიების ექსტენსიურობას და რაც მთავარია ნიადაგის ნაყოფიერების შემცირებას. აქვე უნდა აღვნიშნოთ, რომ გამოყენებული ენერგოგაჯერებული ტექნიკის რაციონალური წლიური გამოყენება ძნელია, რაც მცირე მოსავლიანობის პარალელურად იწვევს პროდუქციის გამვირებას და სასოფლო-სამეურნეო წარმოების არარენ-ტაბელობას. როგორც აკადემიკოსი რ. მახარობლიძე აღნიშნავს, «საქართველოს აგროსამრეწველო სექტორში მანქანური ტექნოლოგიები ძლიერ გამარტივებულია. იგი დაყვანილია ტექნოლოგიური ციკლების ცალკეული ოპერაციების სასოფლო-სამეურნეო აგრეგატებით შესრულებაზე. ამასთან ოპერაციების შესრულების ხარისხი დაყვანილია ტრაქტორისტის ცოდნის დონეზე, აგროტექნიკური მოთხოვნების დაცვისა და მათი კონტროლის გარეშე, ამასთან მოქმედი მანქანური ტექნოლოგიები გათვლილია გამასივებელი მიწის ნაკვეთების

დამუშავებაზე და სრულიად არ შეესაბამება წარმოების დღევანდელ პირობებს».[40]

აღსანიშნავია აგრარული წარმოების ერთიანი სისტემის კიდევ ერთი თავისებურებაც, დარგობრივი სპეციალიზაცია. საქართველოს სოფლის მეურნეობა ჩამოყალიბდა, როგორც გარკვეულ სასოფლო-სამეურნეო კულტურებზე მკაცრად ორიენტირებული წარმოება. ეს კულტურებია ვაზი, ხეხილი, ჩაი, ციტრუსები და ტექნიკური კულტურები, ხოლო მარცვლეული კულტურების მოვლა-მოყვანა უყურადღებოდ იყო დატოვებული. ერთიანი სისტემის დაშლამ მოითხოვა მარცვლეული კულტურების, კერძოდ ხორბლის წარმოების მკვეთრი გაფართოვება, რათა ქვეყნის მოსახლეობას მიეღო კვების ძვირფასი პროდუქტი, პური. მაგრამ არსებული ექსტენსიური ტექნოლოგიების გამოყენების შედეგად მარცვლეულის მოსავლიანობა შემცირდა 11ც/ჰა-მდე. ასეთ პირობებში ქვეყნის უზრუნველყოფა საკუთარი წარმოების კვების პროდუქტებით შეუძლებელია და მისი არსებობა მთლიანად დამოკიდებული იქნება სასოფლო-სამეურნეო პროდუქტების იმპორტზე. დღეისათვის მოქმედი სამანქანო ტექნოლოგიები ითვალისწინებს ნიადაგის თესვისწინა დამუშავებისა და თესვის, ნათესების მოვლის, მოსავლის აღებისა და პირველადი გადამუშავების ციკლებს. პირველი ციკლი ითვალისწინებს ნიადაგის აოშვას, სასუქების მომზადებას, ტრანსპორტირებასა და შეტანას, ნიადაგის ხვნას, თესვისწინა კულტივაციას, ზედაპირის მოსწორებას, თესვასა და ნათესების მოტკეპნას. ყველა ეს ოპერაცია სრულდება მარტივი აგრეგატებით, რომლებიც შედგებიან 14 და 30 კნ. კლასის ტრაქტორებზე დააგრეგატებული ერთი ტიპის სასოფლო-სამეურნეო მანქანისაგან და მოითხოვს იმდენ გავლას, რამდენი ოპერაციაა შესასრულებელი. ნათესების მოვლის ციკლი ითვალისწინებს დაფარცხვას, რიგთაშორისების კულტივაციას, გამოკვებას, სარეველებთან და მავნებლებთან ბრძოლას და რწყვას. ეს ოპერაციებიც სრულდება მარტივი ტიპის აგრეგატებით. მოსავლის აღების ციკლი ითვალისწინებს სასოფლო-სამეურნეო კულტურის ძირითადი და მეორადი პროდუქტების აღებას, სატრანსპორტო საშუალებებზე დატვირთვას და ტრანსპორტირებას პირველადი გადამუშავების ადგილამდე. პირველადი გადამუშავების ოპერაციათა შემადგენლობა დამოკიდებულია სასოფლო-სამეურნეო კულტურის სახეზე. ამრიგად, ყოველი კულტურის მოვლა-მოყვანისა და აღების

თანამედროვე ტექნოლოგია შეიცავს 20-მდე ოპერაციას, რომლებიც სრულდება მარტივი ტიპის სასოფლო-სამეურნეო აგრეგატით და მოითხოვს იმდენივე გავლას, რამდენი ოპერაციაცაა შესასრულებელი. აგრეგატების გავლათა გაზრდილი რაოდენობა იწვევს ნიადაგის სტრუქტურის გაუარესებას, წყლისა და აერაციის რეჟიმის დარღვევას და შესაბამისად მოსავლიანობის შემცირებას. საჭიროა მეურნე-ობრიობის მრავალფორმიან პირობებზე მორგებული მანქანური ტექნოლოგიების სისტემის დამუშავება, რომელიც გაითვალისწინებს საქონელმწარმოებლის მატერიალურ-ტექნიკურ აღჭურვილობას, მისი ეკონომიკური შესაძლებლობების მიხედვით ინტენსივობის დონეს, კლიმატურ-ლანდშაფტურ პირობებს და ა.შ. იგი უნდა ეფუძნებოდეს ბიოლოგიური, საინჟინრო და ეკონომიკური მეცნიერებების უახლეს მიღწევებს, ითვალისწინებდეს პროცესებში სასოფლო-სამეურნეო კულტურებისა და ცხოველების ეფექტური ჯიშების, მიწათმოქმედების, მეცხოველეობის, მცენარეთა, ნიადაგისა და გარემოს დაცვის, კომპლექსური მექანიზაციის, მელიორაციის, ქიმიზაციის, უახლესი მეთოდების გამოყენებას. [40.]

სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოვლა-მოყვანის ტექნოლოგიების განვითარების ზემოთ მოყვანილი ამოცანების გათვალისწინებით საქართველოს სოფლის მეურნეობის მექანიზაციისა და ელექტრიფიკაციის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის მიერ დამუშავებულია მემცენარეობის პროდუქციის წარმოების ტექნოლოგიების სახელმწიფო რეგისტრი [63.]. რეგისტრი ითვალისწინებს სამი ინტენსივობის ტექნოლოგიებს: მაღალი, ინტენსიური და ნორმალური. ამ ტექნოლოგიებს შორის ძირითადი განმასხვავებელი ნიშანია მიზანი, კერძოდ, სასოფლო-სამეურნეო კულტურების პოტენციური მოსავლიანობის რეალიზაციის დონე. მაღალი ტექნოლოგიის დროს რეალიზდება კულტურის პოტენციური მოსავლიანობა სრულად, ინტენსიური ტექნოლოგიის დროს - მისი 80%-მდე და ნორმალური ტექნოლოგიის დროს - 60%-მდე. ამ მიზნების განსახორციელებლად ტექნოლოგიები მწარმოებლის ტექნიკურ-ეკონომიკური შესაძლებლობების მიხედვითაა დიფერენცირებული და სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოვლა-მოყვანის ოპერაციების, სასუქებისა და ქიმიური დაცვის საშუალებების სხვადასხვა ჩამონათვალია გათვალისწინებული. ამ ტექნოლოგიების სრულყოფილი გამოყენება უზრუნველყოფს ქვეყნის სასურსათო

პრობლემის წარმატებით გადაჭრას. მაგრამ ეს ტექნოლოგიები გათვლილია საზოგადოებრივ მეურნეობებში გამოსაყენებლად, როდესაც სავარგულების ფართი 100 ჰა-ს აღემატება და მანქანურ ოპერაციებში ენერგოგაჯერებული ტექნიკა მონაწილეობს. კერძოდ, ტექნოლოგიური პროცესების შესასრულებლად გამოყენებულია ძირითადად 14 და 30 კნ წვევის კლასის ტრაქტორები, შესაბამისი ფართო მოდების განის მქონე მანქანათა შლეიფით. ამ ტექნიკური საშუალებებით შედგენილი აგრეგატები ხასიათდება მაღალი მწარმოებლობით და დიდი გაბარიტული ზომებით. სწორედ ეს გაბარიტული ზომები განაპირობებენ ნაკვეთების გაზრდილ ფართობებს, წინააღმდეგ შემთხვევაში მნიშვნელოვნად მცირდება ნაკვეთის სასარგებლოდ გამოყენებული ფართი და მწარმოებლობა. დღეისათვის ასეთი მეურნეობები თითქმის არ ფუნქციონირებენ, ამიტომ სასოფლო-სამეურნეო პროდუქტების ძირითადი მწარმოებელი მცირე ფერმერული მეურნეობებია, რომლებისთვისაც რაციონალური ტექნოლოგიების კვლევა საქართველოში არ ჩატარებულა, ამ ტექნოლოგიებზე მოთხოვნილება კი ყოველ-დღიურად იზრდება.

2.2. მცირე ფერმერული მეურნეობებისათვის რაციონალური სამანქანო ტექნოლოგიების შერჩევა.

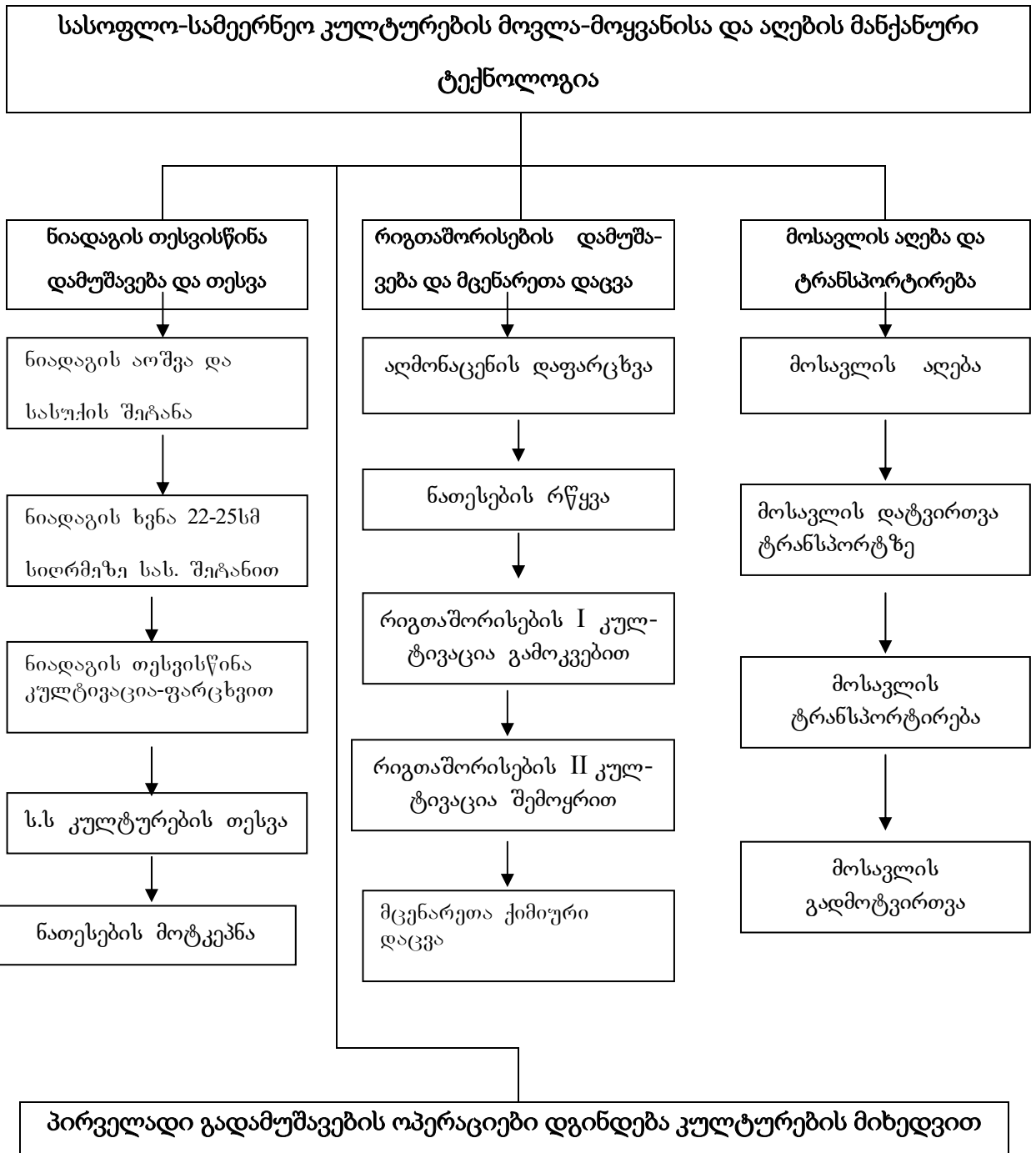
პრივატიზაციის შედეგად სოფლის მაცხოვრებლის მიერ პირად საკუთრებაში მიღებულმა მიწის სავარგულებმა საფუძველი ჩაუყარა მცირე ფერმერულ მეურნეობებს. დღეისათვის სასოფლო-სამეურნეო პროდუქტის ძირითად მწარმოებლებს მცირე ფერმერული და გლეხური მეურნეობები წარმოადგენენ. მცირე ფერმერული მეურნეობების საწარმოო ბაზა მიწის მცირეკონტურიანი ნაკვეთებია. რაციონალური მანქანური ტექნოლოგიები, რომლებიც დანერგილია ქვეყანაში დამუშავებულია გამასივებული ნაკვეთ-ებისათვის ენერგოგაჯერებული, დიდი გაბარიტების მქონე ტექნიკის გამოყენებით. ამ ტექნოლოგიების გამოყენება მცირეკონტურიან ნაკვეთებში იწვევს ნაკვეთის ფართობის მოცდენის გაზრდას, ნიადაგის სტრუქტურის გაუარესებას, მოსავლიანობის შემცირებას და პროდუქციის თვითღირებულების ზრდას. მიუხედავად ამ უარყოფითი მაჩვენებლებისა ფერმერული მეურნეობის ნაკვეთები ძირითადად ამ

ტექნოლოგიებითა და მანქანათა სისტემებით მუშავდება. აქედან გამომდინარე, კერძო ფერმერული მეურნეობების წარმოება იმავე ხარისხობრივი და რაოდენობრივი მაჩვენებლებით ხასიათდება როგორც საზოგადოებრივი წარმოება, მაშინ როდესაც, როგორც პირველ თავში აღვნიშნეთ, საზ-ღვარგარეთის ფერმერები მთელი სახელმწიფოს მოსახლეობის საკვებ და ქვეყნის ფარგლებს გარეთ სარეალიზაციო პროდუქტებსაც აწამოებენ. ამ მაჩვენებლებს განაპირობებს მცირე ფერმერული მეურნეობებისათვის სპეციალურად დამუ-შავებული ტექნოლოგიები, ტექნიკური საშუალებები და სასუქებისა და ქიმიური დაცვის საშუალებების რაციონალური სისტემები. ამ საშუალებების ზონის ბუნებრივ-კლიმატური პირობების შესაბამისი კორექტირება საშუალებას აძლევს მათ კულტურის ბიოლოგიურ შესაძლებლობებთან მიახლოებული მოსავალი მიიღონ. სულ სხვა მდგომარეობაა საქართველოში. მიღებული პროდუქტის რაოდენობა არ აღემატება კულტურის ბიოლოგიური შესაძლებლობების 55 –65 %, რაც იმის შედეგია, რომ ჯერ კიდევ არ შემუშავებულა წვრილკონტურიანი ნაკვეთების შესაბამისი მანქანური ტექნოლოგიები და არ შერჩეულა საჭირო რაციონალური ტექნიკური საშუალებები. მცირეკონტურიან ნაკვეთებში სრული მანქანური ტექნოლოგიების გამოყენება პრაქტიკულად შეუძლებელია, ვინაიდან ზოგიერთი კულტურებით დაკავებული ფართობი და ტექნოლოგიური პროცესის მოცულობა იმდენად მცირეა, რომ მათი მანქანური წესით დამუშავება არარენტაბელური იქნება. აქედან გამომდინარე მცირეკონტურიან ნაკვეთებში რენტა-ბელური იქნება მანქანური ტექნოლოგიებისა და ხელით შრომის ტექნოლოგიების შერეული გამოყენება.

როგორც აღვნიშნეთ, საქართველოს მცირე ფერმერულ მეურნეობებში გამოყენებულია კომლის საკუთარი წარმოების სასოფლო-სამეურნეო პროდუქტებით შესაძლო სრული დაკმაყოფილება. ასეთი წარმოება, ისედაც მცირე ფართობის, კიდევ უფრო დანაწევრებას იწვევს. ფერმერის მფლო-ბელობაში არსებული მიწის ნაკვეთის ფართობისა და საწარმოო კულტურების რაოდენობიდან გამომდინარე ცალკეული კულტურებით დაკავებული ფართობი 0,3 – 0,4 ჰექტარს არ აღემატება. ამიტომ მოვლამოყვანის ოპერაციები უნდა დაიყოს ორ ნაწილად: მცენარის აღმოცენებამდე და აღმოცენების შემდეგ შესასრულებელი ოპერაციები. ოპერაციების პირველი ჯგუფი

შეიძლება მთელ ფართობზე ერთიანად შესრულდეს და ნაკვეთი თესვის შემდეგ დაიყოს ცალკეული კულტურების მიხედვით. გამონაკლისს წარმოადგენს საშემოდგომო მარცვლეული კულტურები, რომელთა მოვლა-მოყვანის ტექნოლოგიური პროცესები აგროტექნიკური ვადების მიხედვით მკვეთრად განსხვავდება დანარჩენი კულტურებისაგან.

როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოვლა-მოყვანისა და აღების ტექნოლოგია შეიძლება ოთხ ძირითად ციკლად დაგვით: 1. ნიადაგის თესვისწინა დამუშავება და თესვა; 2. მცენარეთა რიგთაშორისების დამუშავება და მცენარეთა დაცვა; 3. მოსავლის აღება და 4. მოსავლის პირველადი გადამუშავება. კულტურების მოვლა-მოყვანისა და აღების ტექნოლოგია შეიძლება წარმოვიდგინოთ ქვემოთ მოყვანილი სტრუქტურული მოდელის სახით:



სურ. 2.1. მცირეკონტურნიან ნაკვეთებზე კულტურების მოვლა-მოყვანის მანქანური ტექნოლოგიის სტრუქტურული სქემა

როგორც სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოვლა-მოყვანის ტექნოლოგიის სტრუქტურული სქემის ანალიზი გვიჩვენებს იგი იმეორებს მაღალი ტექნოლოგიების სტრუქტურას, მაგრამ ეს ტექნოლოგია გათვლილია ენერგო-გაჯერებული ტრაქტორების გამოყენებაზე და მათ ბაზაზე შექმნილი აგრეგატები თავისი გაბარიტული ზომებით ვერ

ეწერება მცირეკონტურიან ნაკვეთებში, რაც იწვევს ისედაც მცირე ფართობების სასარგებლო ფართის კიდევ უფრო შემცირებას და აგრეგატის მუშა სვლების გამოყენების დაბალ კოეფიციენტს, რაც განაპირობებს ამ აგრეგატების არარენტაბელობას, ამიტომ მაღალი ტექნოლოგიების უცვლელად გადმოღება მცირე ფერმერული მეურნეობების წარ-მოებაში შეუძლებელია. აქედან გამომდინარე მცირე ფერმერული მეურნეობების წარმოების ძირითადი პრობლემაა რაციონალური წევითი საშუალებების შერჩევა და აგრეგატების დკომპლექტება.

ინდუსტრიულად მაღალ განვითარებული ქვეყნების გამოცდილება ნათლად გვიჩვენებს, რომ სამეცნიერო-ტექნიკური პროგრესი სოფლის მეურნეობაში არ უარყოფს წარმოების მოწინავე ფორმებისა და შედარებით ჩამორჩენილი ფორმების ერთდროულად არსებობას. ამიტომ ტრადიციული დიდი მექანიზაციის სამანქანო ტექნოლოგიებისა და ტექნიკური საშუალებების გვერდით არსებობენ და ვითარდებიან ე.წ. მცირე მექანიზაციის შესაბამისი სამანქანო ტექნოლოგიები და ტექნიკური საშუალებანი. ჩვენი აზრით, სოფლის მეურნეობის მცირე მექანიზაცია არის ამ დარგში არამწარმოებლური ხელის შრომის ნაწილობრივი შეცვლა, ან შემსუბუქება სხვადასხვა სახის ენერჯის თუ წვევის წყაროს მქონე ტექნიკური საშუალებებით იმ პირობებში, როცა მაღალმწარმოებლური ტრადიციული მანქანები არ არსებობენ, ან მათი გამოყენება ტექნიკურად შეუძლებელია ანდა ეკონომიკურად გაუმართლებელი [39]

თუ მოყვანილ შემთხვევაში მცირე მექანიზაციის საშუალებები ძირითადი ენერგოგაჯერებული ტექნიკის დამხმარე საშუალებებს წარმოადგენენ, მცირე ფერმერული მეურნეობების შემთხვევაში ისინი ენერჯის ძირითად წყაროს წარმოადგენენ.

რაციონალური ენერგეტიკული საშუალებების შერჩევისათვის საჭიროა საქართველოში გამოყენებული წვევის საშუალებების გამოყენების ზღვრების დადგენა ნაკვეთის ზომების მიხედვით. ამ ზღვრების დასადგენად ლიტერატურაში [66] გამოყვანილია აგრეგატის ცვლის მწარმოებლობის საანგარიშო ემპირული ფორმულა მუშა სვლების გამოყენებისა და ტექნოლოგიური მოცდენების გამთვალისწინებელი კოეფიციენტების მიხედვით. ეს კოეფიციენტები კი თავის მხრივ დამოკიდებულია დასამუშავებელი ნაკვეთის საქცევის სიგრძეზე ე.ი. ნაკვეთის ფართობზე:

$$W_{\text{ვ3}} = \frac{48B(0,886 - \lambda_0)}{2,02 - \varphi} \quad [2.1]$$

სადაც: B – აგრეგატის მოდების განია, მ;

λ_0 – ტექნოლოგიური მოცდენების გამთვალისწინებელი კოეფიციენტი;

φ – მუშა სვლების გამოყენების კოეფიციენტი.

2.1. ფორმულის გამოყენებით დადგენილია სხვადასხვა კლასის ტრაქტორების ოპტიმალური გამოყენებისათვის აუცილებელი ნაკვეთის ფართობები:

30კნ კლასის ტრაქტორებისათვის 10 ჰექტრიდან ზევით;

14 კნ კლასის ტრაქტორებისათვის 1,8 ჰა-დან 25ჰა-მდე;

9 –6კნ კლასის ტრაქტორებისათვის 0,75 ჰა-დან 2 ჰა-მდე;

2 კნ კლასის მინი ტრაქტორებისათვის 0,25 ჰა-დან 0,75 ჰა-მდე;

მოტობლოკისა და მოტოკულტივატორებისათვის 0,3 ჰა-დან ქვევით [66].

ვინაიდან მცირე ფერმერულ მეურნეობებში გამოყენებული ორგანიზაციული ფორმის მიხედვით თითოეული სასოფლო-სამეურნეო კულტურის მიერ დაკავებული ფართობი არ აღემატება 0,3 – 0,35 ჰექტარს, ზემოთ მოყვანილი კლა-სიფიკაციის მიხედვით, მცირე ფერმერული მეურნეობებისათვის რეკომენ-დირებული უნდა იყოს 2კნ კლასის მინიტრაქტორები, მოტობლოკები და მოტოკულტივატორები ე.ი. მცირე მექანიზაციის საშუალებები.

შორეულ საზღვარგარეთში მცირე მექანიზაციის ენერგეტიკულ წყაროს ძირითადად მოტობლოკები წარმოადგენენ, რომელთა მწარმოებელი ძირითადი ფირმებია: «გოლდონი», «მიცუბისი», «ისეკი», «ხონდა», «კუბოტა», «ჯონდირი», «ფორდი» და «შიბაურა».

აღსანიშნავია, რომ ყოფილი საბჭოთა კავშირის სასოფლო-სამეურნეო წარმოება გათვლილი იყო მაღალმწარმოებლური ტექნიკის გამასივებულ ფართობებზე გამოყენებისათვის, ამიტომ მინიტექნიკის წარმოებას ყურადღება არ ექცეოდა. მხოლოდ საბაზრო ეკონომიკის დამკვიდრების შემდეგ გაჩნდა მოთხოვნილება მინიტრაქტორებზე და მათი წარმოება დაიწყო ისეთმა გიგანტებმა, როგორცაა მინსკის, პეტერბურგისა და ხარკოვის სატრაქტორო ქარხნები. დამზადდა მინიტრაქტორი T-010, მოტობლოკი «სუპერ – 610ა», «ბელორუსი MT3 – 05», „MB -!, «ЛУЧ», «M3» და მოტოკულტივატორი MK – 2 «Крот». ქუთაისის მცირეგაბარითიანი ტრაქტორების

ქარხანა მოტობლოკ «სუპერ – 610ა»-ს პარალელურად უშვებდა 2კნ კლასის «722» მოდელის მინიტრაქტორს. საქართველოში ძირითადად შემოტანილი იყო «MB-1» მოტობლოკი და მოტო-კულტივატორი «მკ-2», ხოლო ადგილზე მზადდებოდა «722» მოდელის მინიტრაქტორი და მოტობლოკი «სუპერ – 610ა». მიუხედავად იმისა, რომ ამ ტექნიკის შემოზიდვასა და დამზადებაში დღეისათვის შეფერხებებია, ქვეყანაში ჯერ კიდევ არსებობს მათი მნიშვნელოვანი მარაგი და ისინი მცირე ფერმერული მეურნეობებისათვის ძირითად საწარმოო ენერგეტიკულ საშუალებას წარმოადგენენ. აქედან გამომდინარე ისინი ჩვენი კვლევის ენერგეტიკულ ობიექტებს წარმოადგენენ, ამიტომ მოგვყავს მათი ტექნიკური დახასიათება.

722 მოდელის 2 კნ კლასის მინიტრაქტორი

1. ტრაქტორის მარკა - 722
2. ტიპი მცირეგაბარიტიანი, უნივერსალური
თვლიანი 4x4
3. წევის კლასი, კნ - 2
4. ნომინალური წევის ძალა, კნ - 2
5. წევის მაქსიმალური სიმძლავრე, კვტ/სთ - 4,2
6. საწვავის კუთრი ხარჯი, გრ/კვტ.სთ. - 355
7. გადაცემებზე მოძრაობის სიჩქარე, კმ/სთ:
 - I გადაცემა - 1,16
 - II გადაცემა – 2,46
 - III გადაცემა - 3,76
 - IV გადაცემა - 5,48
 - V გადაცემა - 11,56
 - უკუსვლის:
 - I გადაცემა - 1,47
 - II გადაცემა - 3,122
 - III გადაცემა - 4,81
8. ძრავის მარკა - ლდა – 100
9. ძრავის ტიპი - დიზელი, ოთხტაქტიანი,

ერთცილინდრიანი

ჰაერის გაგრილებით

10. საექსპლუატაციო სიმძლავრე, კვტ - 8,8
11. საწვავის კუთრი ხარჯი საექსპლუატაციო
სიმძლავრის დროს, გ/კვტ.სთ- 255
12. მუხლა ლილვის ბრუნვის მაქსიმალური
სიხშირე, ბრ/წთ 3000
13. ჰიდროსისტემის ტიპი - ცალმხრივი მოქმედების,
აგრეგატული
სისტემა
14. ტუმბოს ტიპი - H – 6 - 4
15. სიმძლავრის ამრთმევი ლილვების (სალ)
რაოდენობა და განლაგება 2 უკანა
16. სალ-ის ბრუნვის სიხშირე, ბრ/წთ 568
17. სალ-ით გადაცემული სიმძლავრე, კვტ - 8

მოტობლოკი «სუპერ –610 «ქუთაისი»

1. მოტობლოკის მარკა - სუპერ – 610
2. ტიპი - უნივერსალური
3. წვეის ძალა, კნ - 1
4. მოძრაობის სიჩქარე, რევერსით, კმ/სთ :
- I გადაცემა - 1,72
- II გადაცემა - 3,68
- III გადაცემა - 7,28
- უკუსვლა - 2,0
5. გაბარიტული ზომები, მმ:
- სიგრძე - 1650
- სიგანე - 510

სიმაღლე -	730 – 1420	
6. საექსპლუატაციო წონა, კგ -		97
7. საგზაო საშუქი, მმ -		150
8. ლიანდი, მმ -	332 – 480	
9. ძრავის საექსპლუატაციო სიმძლავრე, კვტ -		4,41 – 4,8
10. საწვავის კუთრი ხარჯი, გ/კვტ.სთ -		448
11. სალ-ის ამძრავის ტიპი -		დამოკიდებული
12. სალ-ის ბრუნვის სიხშირე, ბრ/წთ -		790

მოტობლოკი «მზ-1»

1. გაბარიტული ზომები, მმ:		
სიგრძე-	1500	
სიგანე -	600	
სიმაღლე -	1500	
2. მასა, კგ -	100	
3. ძრავის ტიპი -	DM – 1	
4. სიმძლავრე, კვტ -	3,7	
5. მაქსიმალური მახრუნი მომენტი, ნმ -		13,7
6. მოძრაობის სიჩქარე, კმ/სთ:		
I გადაცემა -	3,6	
II გადაცემა -	9	
7. ლიანდი, მმ:		
დამაგრძელების გარეშე -	310	
დამაგრძელებლით -	570	
8. ფრეზა-კულტივატორის აძვრა -		დგება თვლების მაგიერ
9. მოდების განი, მმ -	870	
10. დიამეტრი, მმ -	350	

მოტოკულტივატორი «MK-1» «კროტი»

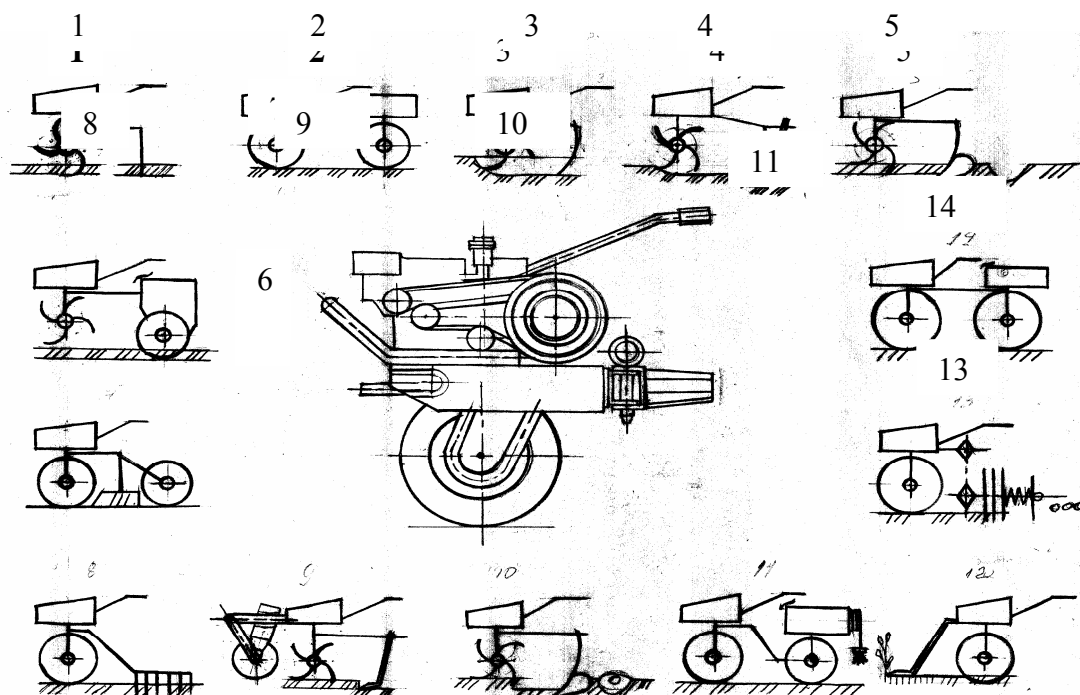
1. მოდების განი, მმ:

ორი როტორით -	350
ოთხი როტორით -	600
2. დამუშავების სიღრმე, სმ - 20-მდე
3. მწარმოებლობა, მ²/სთ - 200-მდე
4. გაბარიტული ზომები, მმ:

სიგრძე -	1000 – 1300
სიგანე -	350 – 800
სიმაღლე -	710 – 810
5. მასა, კგ - 48,5
6. ძრავის მაქსიმალური სიმძლავრე, კვტ - 1,77
7. საწვავის კუთრი ხარჯი, გრ.ცხ.სთ.- 390
8. საწვავის ნარევი - ბენზინი - A76 + ზეთი 20:1

შეფარდებით

წევის ამ საშუალებების გამოყენებით შესაძლებელია ოპტიმალური მანქანური ტექნოლოგიების ჩამოყალიბება. მოტობლოკების შესაძლებლობები სხვადასხვა ოპერაციების მანქანური წესით შესასრულებლად მოცემულია 2.2 სურათზე.



სურ. 2.2. მოტობლოკის ბაზაზე შედგენილი ტექნოლოგიური აგრეგატების კონსტრუქციული სქემები: 1. ნიადაგის ამჩეჩი; 2,14 მინერალური სასუქებისა და მოსავლის სატრანსპორტო აგრეგატი; 3. ნიადაგის საფრეზი აგრეგატი; 4. ნიადაგის ორფენოვნად დამამუშავებელი აგრეგატი; 5. ჩასათესი ღარების საჭრელი; 6. სათესი; 7. 10 მიწის შემომყრელი, სატკეპნი; 8,9 ზედაპირის გამაფხვიერებელი, ფრეზი; 11. შემწამლი; 12. კარტოფილის ფოჩების სათიბი; 13. ტუბერების სათხრელი.

სქემაზე მოცემული აგრეგატების შესადგენად საჭირო მანქანა-იარაღებიდან წარმოდგენილი მოტობლოკების კომპლექტში შედის: 1. მისაბმელი ურიკა; 2. ფრეზაკულტივატორი; 3. კვალგამხსნელი; 4. პასიური კულტივატორი; 5. ტუბერების სათხრელი; 6. სათიბელა. დანარჩენი მანქანა-იარაღები არა მარტო ქარხნული წესით არ მზადდება, არამედ მათი კონსტრუქციებიც კი არ დამუშავებულა. უკანასკნელ წლებში რამდენიმე არალის კონსტრუქცია დამუშავდა საქართველოს სოფლის მეურნეობის მექანიზაციისა და ელექტრიფიკაციის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის გლეხური და დამხმარე მეურნეობების მექანიზაციის ლაბორატორიაში დისერტანტის მონაწილეობით. ეს მანქანა-იარაღები დამზადდა ინსტიტუტის ექსპერიმენტალურ-მექანიკურ ქარხანაში და წარმატებით გაიარეს საწარმოო შემოწმება ზემო ჩოჩეთის საყრდენ-საჩვენებელ პუნქტში. ამ მანქანა-იარაღების გამოყენებით შესაძლებელია მცირე ფერმერულ მეურნეობაში მანქანური ტექნოლოგიების სრულყოფილი განხორციელება მოტობლოკური აგრეგატების საშუალებით.

მცირე ფერმერული მეურნეობებისათვის რაციონალური მანქანური ტექნოლოგიების ჩამოყალიბებისათვის საჭიროა წინასწარ გავითვალისწინოთ საწყისი პირობები, რომელთა მიხედვითაც მექანიზებული ტექნოლოგიური პროცესები შეიძლება განხორციელდეს ცალკეული ციკლების მიხედვით სხვადასხვა ფართობებზე, კერძოდ, თესვისწინა დამუშავების ციკლი – ხვნა, სასუქების შეტანა, თესვის წინა კულტივაცია და ფარცხვა მთელ ფართობზე, გარდა მრავალწლიანი ნარგავებისა, საგაზაფხულო კულტურებისათვის ერთდროულად. მეორე ციკლის ტექნოლოგიური ოპერაციები უნდა შესრულდეს ცალკეული კულტურების მიხედვით და მათი შესრულების პარამეტრები განისაზღვრება კულტურების თავისებურებებით. ამ

პერიოდში უკვე თავს იჩენს ცალკეული კულტურებით დაკავებული ფართობის სიდიდე. კულტურების ქვეშ კვების პროდუქტების ნორმატიული რაოდენობის მიხედვით გამოყოფილი ფართობების სიდიდე გვიჩვენებს, რომ მანქანურ ტექნოლოგიას ექვემდებარება მხოლოდ მარცვლეული კულტურებით, კარტოფილითა და ნათესი ბალახებით დაკავებული ფართობები, რომელთა მნიშვნელობა იცვლება 0,1 დან 0,3 ჰექტრის ფარგლებში. დანარჩენი კულტურების მიერ დაკავებული ფართობების სიდიდე არ აღემატება 0,01 – 0,05 ჰექტარს, რაც განაპირობებს ამ ნაკვეთებში მანქანური ტექნოლოგიების მხოლოდ ეპიზოდურ გამოყენებას და შედარებით ფართოდაა წარმოდგენილი ხელით შრომა. ამრიგად, მცირე ფერმერული მეურნეობისათვის, ჩვენს კონკრეტულ შემთხვევაში, მანქანური ტექნოლოგიები უნდა შევიმუშაოთ ხორბლის, სიმინდ-ლობიოსა და კარტოფილისათვის.

2.3 კულტურების მიხედვით მცირე ფერმერული მეურნეობისათვის

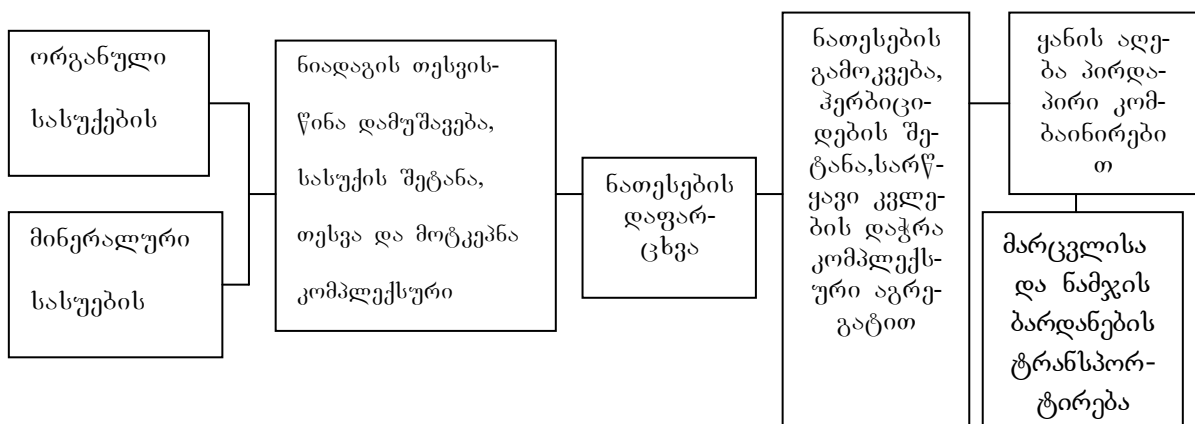
სამანქანო ტექნოლოგიების სრულყოფა

კულტურების მოვლა-მოყვანის ნორმალური ტექნოლოგია მოცემულია სურ. 2.1 როგორც აღვნიშნეთ ეს წარმოდგენილი ტექნოლოგია არ არის ოპტიმალური და ფაქტიურად იმეორებს მაღალი წევის კლასის ტრაქტორების ბაზაზე ჩამოყალიბებულ ტექნოლოგიებს. მცირე ფერმერული მეურნეობების მიწის სავარგულები მთელი წლის განმავლობაში აქტიურ დამუშავებაშია, ამასთან ნაკვეთის მცირე ზომებისა და აგრეგატების მცირე მოდების განის გამო მნიშვნე-ლოვნად იზრდება ერთ კვალზე გავლათა რიცხვი, რაც აუარესებს ნიადაგის სტრუქტურულ მდგომარეობას, წყლისა და აერაციის რეჟიმებს. ყოველივე ამის შედეგად უარესდება მცენარის ბიოლოგიური განვითარების პირობები და მცირ-დება მოსავლიანობა. ამ მდგომარეობიდან ერთადერთ გამოსავალს ნიადაგის მინიმალური დამუშავება წარმოადგენს. საქართველოში მინიმალური დამუშავების სისტემების ორი სახეობა გხვდება ზოლური და კომპლექსური მანქანებით დამუშავება. ზოლური დამუშავება ითვალისწინებს ნიადაგის მექანიკურ დამუშავებას მხოლოდ ნათესის მომავალი მწკრივის გასწვრივ, რიგთა-შორისის დანარჩენი სიგანე კი დაუმუშავებელი რჩება. ეს სისტემა შედარებით

გაზრდილ რიგთაშორისებს მოითხოვს და ნაკლებად გამოსაყენებელია მცირეკონტურიან ნაკვეთებში.

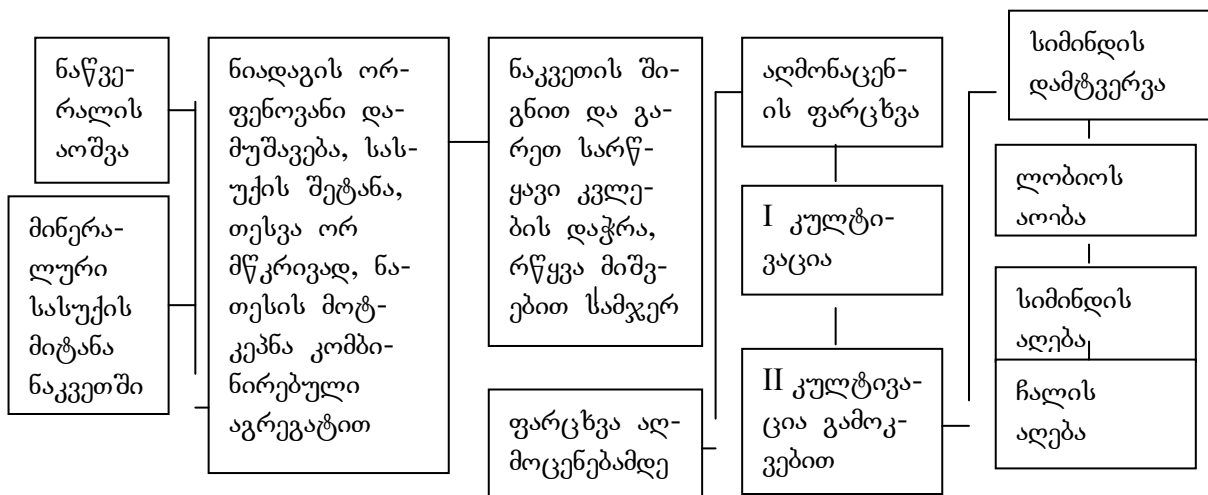
მცირე ფერმერული მეურნეობების წარმოებისათვის ყველაზე უფრო გამოსაყენებელია ნიადაგის მინიმალური დამუშავების სისტემა კომპლექსური აგრეგატების გამოყენებით. მარცვლელი კულტურების წარმოების დროს მიზანშეწონილია თესვისწინა დამუშავებისა და თესვის ტექნოლოგიური პროცესების კომპლექსური შესრულება აგრეგატის ერთი გავლით. ასეთი კომპლექსური მაღალმწარმოებლური მანქანები უკვე გამოიყენება მაღალ ტექნოლოგიებში. შესაბამის მანქანებს უშვებს გერმანული ფირმა «დუტცი». ეს მანქანები ერთდროულად და ერთი გავლით ასრულებენ ნიადაგის ღრმა გაფხვიერების, სასუქის შეტანის, მისი ზედაპირული ფრეზირებისა და მოსწორების, თავთავიანების თესვისა და ზედაპირის მოტკეპნის ოპერაციებს. ეს კომპლექსური მანქანა 30 კნ კლასის ტრაქტორებზე აგრეგატდება. იგი საშუალებას იძლევა გამოვრიცხოთ ტექნოლოგიიდან დიდი ენერგოტევადობის ნიადაგის ხვნის პროცესი, შევამციროთ გავლათა რაოდენობა ოთხით, მომსახურე პერსონალი - სამჯერ, ჩავატაროთ თესვისწინა დამუშავებისა და თესვის პროცესი უმოკლეს ოპტიმალურ აგროტექნიკურ ვადებში, ამასთან საშუალება გვეძლევა შევინარჩუნოთ ნათესების ზედაპირზე ნაწვერალი, რაც ქარისმიერი ეროზიის წინააღმდეგ ბრძოლის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი საშუალებაა.

ნათესების დამუშავების ციკლის ოპერაციებიდან კომპლექსური აგრეგატით შეიძლება შევასრულოთ ნათესების გამოკვების, ჰერბიციდების შეტანისა და სარწყავი კვლების დაჭრის ოპერაციები. ამრიგად, თავთავიანი კულტურების მცირეკონტურიან ნაკვეთებზე მოვლა-მოყვანის მანქანური ტექნოლოგია შეიძლება წარმოვიდგინოთ ქვემოთ წარმოდგენილი სქემის სახით:



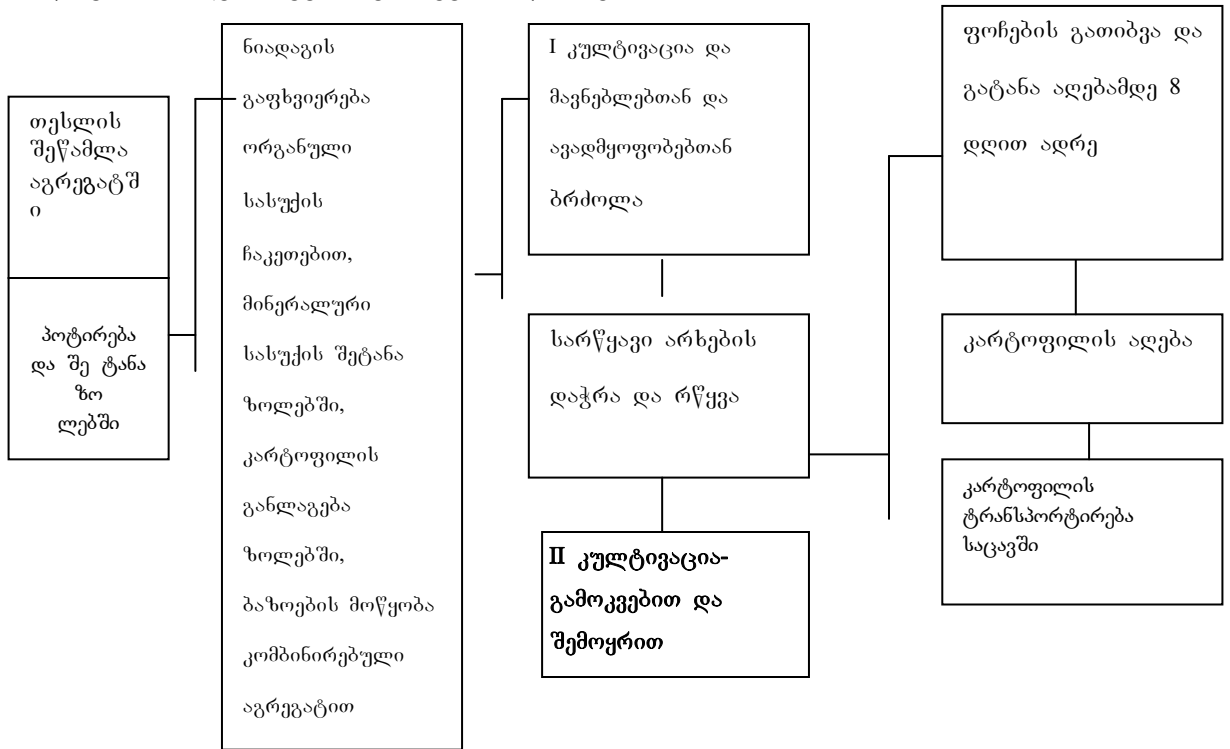
როგორც სქემის ანალიზი გვიჩვენებს, შემოთავაზებულ ტექნოლოგიაში ნორმალური ტექნოლოგიის 22 ტექნოლოგიური ოპერაცია კომპლექსური აგრეგატების გამოყენებით დაყვანილია 7-მდე, მნიშვნელოვნად შემცირებულია ტექნოლოგიის შესრულების აგროტექნიკური ვადები.

სიმინდ-ლობიოს კულტურების ერთიანი წარმოების მოვლა-მოყვანისა და აღების ტექნოლოგია ითვალისწინებს ნიადაგის ორფენოვან დამუშავებას ზოლ-ური მეთოდით. 10 – 12 სმ სიღრმეზე წარმოებს ნიადაგის ფრეზირება ნათესის მთელ სიგანეზე, ხოლო მწკრივების გასწვრივ, დამუშავება პასიური მუშა ორგანოებით – გამაფხვიერებლებით, გაფხვიერება 22 – 25 სმ სიღრმეზე. სპეცი-ალური სათესით წარმოებს კულტურების შერეული თესვა, ნათესის მოტკეპნა და სასუქის შეტანა. ყველა ეს ოპერაცია უნდა შესრულდეს კომბინირებული მოტობ-ლოკური აგრეგატით, დანარჩენი ოპერაციები კი სრულდება ინდივიდუალურად. ამრიგად, ჩვენს მიერ შემოთავაზებული ტექნოლოგია შეიძლება წარმოვადგინოთ ქვემოთ მოყვანილი სქემის სახით:



ჩვენს მიერ შემუშავებულია კარტოფილის ბაზოებზე მოვლა-მოყვანის ტექნოლოგია კომბინირებული აგრეგატით. კომბინირებული ტექნოლოგია ითვალისწინებს ერთდროულად ნიადაგის ფრეზით კულტივაციას 12 –14 სმ სიღრმეზე ორგანული სასუქის ჩაკეთებით, მინერალური სასუქის შეტანას სარგავი ზოლის

გასწვრივ, სარგავი მასალის განლაგებას სარგავ ზოლში ნიადაგის ზედაპირზე, ბაზოს ფორმირებას და საჭირო შემთხვევაში სარწყავი ზოლების დაჭრას. ამ მოსაზრებიდან გამომდინარე კარტოფილის მოვლა-მოყვანისა და ალების შემოთავაზებული ტექნოლოგია მიიღებს სქემაზე მოყვანილ სახეს:



2.3 დასკვნები მეორე თავზე

1. სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოვლა-მოყვანის არსებული მაღალი ტექნოლოგიების უცვლელად გამოყენება მცირე ფერმერულ მეურნეობაში არარენტაბელური და ხშირად შეუძლებელიც კი არის;
2. მცირე ფერმერულ მეურნეობებში, საწარმოო ფართობების სიმცირის გამო, მიზანშეწონილია მაღალი მანქანური ტექნოლოგიებისა და ხელით შრომის შერეული გამოყენება;
3. მცირე ფერმერულ მეურნეობებში სასოფლო-სამეურნეო კულტურების წარმოების სპეციფიკა საშუალებას იძლევა ტექნოლოგიიდან გამოვტოვოთ ზოგიერთი მაღალენერგოტევადი ოპერაციები (ხვნა);

4. მცირე ფერმერულ წარმოებაში მიზანშეწონილია კომპლექსური ტექნოლო-გიებისა და აგრეგატების გამოყენება;
5. ჩვენს მიერ შემოთავაზებული ხორბლის, სიმინდ-ლობიოსა და კარტოფილის მოვლა-მოყვანისა და აღების მაღალი ტექნოლოგიები, მცირე მექანიზაციის ტექნიკური საშუალებებით, ითვალისწინებენ კომპლექსური ოპერაციების მაქსიმალური გამოყენების ხარჯზე ნიადაგზე მექანიკური ზემოქმედების შემცირებას და მისი სტრუქტურის გაუმჯობესებას, მინიმალური დამუშავების სისტემის დანერგვას;
6. მცირე ფერმერული მეურნეობის წარმოებაში რენტაბელურია 2 კნ წევის კლასის ტრაქტორების, მოტობლოკებისა და მოტოკულტივატორების გამოყენება.

თავი III

მცირე ფერმერულ მეურნეობაში სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოვლა-მოყვანის ოპტიმალური მანქანათა კომპლექსის შერჩევა

3.1 საწყისი მონაცემები მანქანათა კომპლექსის შერჩევისათვის

ტექნიკის გამოყენების მხრივ სასოფლო-სამეურნეო წარმოების თავისებურებას წარმოადგენს ის, რომ სამუშაოთა მექანიზირებული შესრულებისათვის მანქანათა კომპლექსი წარმოადგენს სისტემას, რომელიც საწარმოო ციკლის განმავლობაში მოითხოვს მრავალჯერად გადაწყობას. სასოფლო-სამეურნეო საწარმოს მანქანათა კომპლექსს თუ წარმოვიდგენთ ერთმანეთთან დამო-კიდებული მანქანათა სისტემის სახით, მაშინ წლის განმავლობაში იგი მრავალჯერ შეიცვლება როგორც ნომენკლატურის, ისე პროცესებში მონაწილე მანქანათა რაოდენობის მხრივ, თუ არ გავითვალისწინებთ მათი მუშაობის რეჟიმების მუდმივ ცვლილებას.

მანქანათა კომპლექსის ცვლილებები განპირობებულია ორი მიზეზით: მცენარეთა განვითარების სხვადასხვა სტადიაზე ნიადაგზე და მცენარეზე ზემოქმედების მეთოდების და სამუშაოს შესრულების პირობების ცვლილებით. პირველი მიზეზი განპირობებულია ნათესების სტრუქტურითა და კულტურების მოვლა-მოყვანის აგროტექნიკით და შეიძლება გათვალისწინებულ იქნას წარმოების

დაგეგმვის დროს. მეორე მიზეზი კი ძირითადად გამოწვეულია მეტეოროლოგიური პირობების ცვლილებით და მისი წინასწარ გათვალისწინება შესაძლებელია მხოლოდ მიახლოებით, მრავალწლიანი მონაცემების მიხედვით [20].

მეურნეობრიობის ფერმერული წარმოების ფორმაზე გადასვლა ითვალისწინებს საქონელმწარმოებლის მიერ არა მარტო წარმოებული პროდუქციის რაოდენობის გაზრდას, არამედ მისი თვითღირებულების შემცირებასაც. აქედან გამომდინარე მეურნეობის დაგეგმვის დროს დიდი მნიშვნელობა ენიჭება მანქანათა ისეთი კომპლექსის შერჩევას, რომელიც უზრუნველყოფს ხელით შრომის მინიმუმაციას და აღნიშნული პრობლემების წარმატებით გადაჭრას. მანქანათა კომპლექსის შერჩევისათვის მნიშვნელოვანია ის სპეციფიკური თვისებები, რომლებიც ფერმერულ და გლეხურ მეურნეობებს ახასიათებენ.

საქართველოში მცირე ფერმერული მეურნეობები ჩამოყალიბდა მიწის პრივატიზაციის შემდეგ. ქვეყნის მცირემიწიანობამ განაპირობა მეურნის მფლობელობაში გადაცემული ნაკვეთების სიმცირე, თითოეულ მაცხოვრებელზე 0,75 – 1,25 ჰა. ამასთან ნაკვეთები განაწილდა მაცხოვრებელთა საკარმიდამო ნაკვეთების განლაგების მიხედვით, რის შედეგადაც მივიღეთ რთულკონტურიანი ნაკვეთები. მცირე ფერმერული მეურნეობის ეს მახასიათებლები მცირე ფართობი და რთულკონტურიანობა განსაზღვრავს გამოყენებული წევის საშუალებების კლასს – მცირე მექანიზაციის საშუალებები, კერძოდ 2 კნ კლასის ტრაქტორი, მოტობლოკი და მოტოკულტივატორი შესაბამისი სასოფლო-სამეურნეო მანქანების შლეიფებით. წევითი საშუალებების კლასის შერჩევის შემდეგ მათი წევითი და საექსპლუატაციო მახასიათებლები მანქანა-იარაღების ტექნიკურ და ტექნოლოგიურ მახასიათებლებთან ერთად ქმნიან მანქანათა კომპლექსის შერჩევის პირობებს.

სასოფლო-სამეურნეო საწარმოში საწარმოო პროცესის საბოლოო მიზანია პროდუქციის მაქსიმალური რაოდენობის მიღება შესაძლო მინიმალური დანახარჯებით. პროდუქტის რაოდენობა და თვითღირებულება განისაზღვრება მეურნეობის საწარმოო გეგმით. ამიტომ საბოლოო მიზნის მიღება შეიძლება შევცვალოთ უფრო ვიწრო ამოცანით – საწარმოო პროგრამის შესრულებით პროდუქტის რაოდენობის, ნომენკლატურისა და თვითღირებულების მიხედვით. ტექნიკისათვის ეს

ამოცანა შემოიფარგლება სამანქანო ტექნოლოგიების დადგენილ აგროტექნიკურ ვადებში ხარისხობრივი მაჩვენებლების ოპტიმალური პარამეტრების შენარჩუნებით და მინიმალური დანახარჯებით.

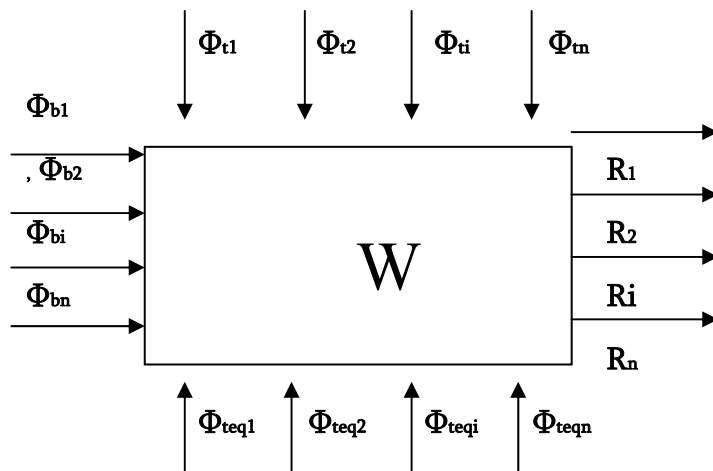
ამოცანის პირველი ნაწილის წარმატებით შესრულება შესაძლებელია მაქსიმალური მწარმოებლობის კომპლექსური აგრეგატების გამოყენებით ცალკეული ტექნოლოგიური პროცესების, ან პროცესების ციკლის შესასრულებლად. მეორე ნაწილის შესასრულებლად კი საჭიროა აგრეგატების მაქსიმალური წლიური დატვირთვის უზრუნველყოფა, რაც შეამცირებს მუდმივ ამორტიზაციის, ტექნიკური მომსახურების, შენახვის და სხვა დანახარჯებს, ე.ი. პროდუქციის თვითღირებულებას. მოყვანილი მასალის ანალიზი გვიჩვენებს, რომ ტექნიკის შერჩევის მეთოდიკა შეიძლება დავიყვანოთ მოვლა მოყვანის ცალკეული ოპერაციებისა და მთლიანად კომპლექსის ოპტიმიზაციის პროცესზე. განვიხილოთ მანქანათა კომპლექსის ოპტიმიზაციის არსებული მეთოდები და შევირჩიოთ ის მეთოდი, რომელიც მაქსიმალურად ითვალისწინებს მოქმედ ფაქტორთა ერთობლიობას და უზრუნველყოფს მაქსიმალური პროდუქციის მიღებას მინიმალური დანახარჯებით.

3.2 ოპტიმალური მანქანათა კომპლექსის

შერჩევა ხვედრითი დანახარჯების

მინიმუმის კრიტერიუმით

მანქანათა კომპლექსში გათვალისწინებული წევრის საშუალებებისა და სასოფლო-სამეურნეო მანქანებით შედგენილი თვითოეული აგრეგატით შესრულებული ტექნოლოგიური პროცესი შეიძლება წარმოვიდგინოთ როგორც სისტემა, რომელშიც ოპერატორის საშუალებით მოქმედი ფაქტორები უკავშირდება შედეგობრივ ფაქტორებს. სქემატურად იგი შემდეგნაირად შეიძლება წარმოვიდგინოთ:



სურ. 3.1. ტექნოლოგიური პროცესის სისტემური სქემა

ფაქტორთა ნაკადი $\Phi_{b1}, \Phi_{b2}, \dots, \Phi_{bi}, \dots, \Phi_{bn}$ აღწერს გარემო პირობებს, იგი აერთიანებს ნიადაგის სიმკვრივეს, ტენიანობას, გრანულომეტრულ შედგენილობას, კლიმატურ პირობებს და სხვა.

ფაქტორთა ნაკადი $\Phi_{t1}, \Phi_{t2}, \dots, \Phi_{ti}, \dots, \Phi_{tm}$ აერთიანებს აგრეგატის ტექნიკურ მახასიათებლებს, როგორცაა: ძრავის ნომინალური სიმძლავრე, წვევის ძალა, სიჩქარი და დიაპაზონი, აგრეგატის კონსტრუქციული მოდელები განი, გაბარიტული ზომები და სხვა ტექნიკური მახასიათებლები.

ფაქტორთა ნაკადი $\Phi_{teq1}, \Phi_{teq2}, \dots, \Phi_{teqi}, \dots, \Phi_{teqn}$ აერთიანებს ტექნოლო-გიური პროცესის შესრულების რეჟიმის მახასიათებლებს, როგორცაა მოძრაობის სამუშაო სიჩქარე, უქმი სვლის სიჩქარე, სამუშაო მოდელების განი, დამუშავების სიღრმე, საქცევის სიღრმე, მოსაბრუნე ზოლის სიგანე, მობრუნების რადიუსი და სხვა.

შედეგობრივ ფაქტორთა ნაკადი $R_1, R_2, \dots, R_i, \dots, R_n$ აერთიანებს ტექნოლოგიური პროცესის მიმდინარეობისა და შედეგობრივ მახასიათებლებს, როგორცაა შესრულების ხარისხი, მწარმოებლობა, საწვავის ხარჯი, პირდაპირი და დაყვანილი საექსპლუატაციო დანახარჯები.

ტექნოლოგიური პროცესის ოპტიმიზაცია ნიშნავს მოქმედი ფაქტორების ისეთ შეთანაწყობას, რომელიც უზრუნველყოფს პროდუქციის მაქსიმუმს მინიმალური დანახარჯებით. ოპტიმიზაციის პროცესს განსაზღვრავს კრიტერიუმის ამოხსნა

ექსტრემუმზე. ოპტიმიზაციის ამოცანა შეიძლება წარმოვადგინოთ მათემატიკური გამოსახულებით:

$$K = f(\Phi_t, \Phi_{iex}, \Phi_b) E \quad (3.1)$$

სადაც: K – ოპტიმიზაციის კრიტერიუმი.

ოპტიმიზაციის კრიტერიუმად შეიძლება გამოვიყენოთ შედეგობრივი ფაქტორებიდან ყოველი, რომლის მათემატიკური გამოსახვაა შესაძლებელი. ასეთი შედეგობრივი ფაქტორებია აგრეგატის მწარმოებლობა, პირდაპირი და დაყვანილი საექსპლუატაციო დანახარჯები. ამ კრიტერიუმების გამოყენება შესაძლებელია მანქანათა კომპლექსის ოპტიმიზაციისთვისაც. დაუშვათ მცირე ფერმერულ მეურნეობაში მანქანური წესით მოგვყავს n კულტურა, თითოეულ ტექნოლოგიაში m ოპერაციით l წვევის კლასის აგრეგატით, ხოლო მწარმოებლობა იანგარიშება ფორმულით $W = f(B, V, T)$, მაშინ მანქანათა კომპლექსის ოპტიმიზაციის ამოცანა შეიძლება წარმოვადგინოთ გამოსახულებით:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^l f(A_{ijk}, V_{ijk}, B_{ijk}, T_{ijk}) \longrightarrow \max \quad (3.2)$$

შეზღუდვებით: $V \neq 0, B \neq 0, T \neq 0$.

ოპტიმიზაციის ამოცანის ამოსახსნელად საჭიროა კრიტერიუმის პოლინომის პირველი რიგის წარმოებულები მათში შემავალი ფაქტორების მიხედვით გავუტოლოთ ნულს და ამოვხსნათ მიღებული სისტემა ამ ფაქტორების მიმართ:

$$\frac{dK_{ijk}}{dV_{ijk}} = 0, \frac{dK_{ijk}}{dB_{ijk}} = 0, \frac{dK_{ijk}}{dT_{ijk}} = 0 \quad (3.3)$$

მწარმოებლობის მიხედვით ოპტიმიზაციას შეიძლება მოჰყვეს მწამოებლობის ისეთი ზრდა, რომელსაც მოჰყვება დანახარჯების ზრდაც, ამიტომ ოპტიმიზაციის კრიტერიუმად უნდა შევირჩიოთ ისეთი შედეგობრივი ფაქტორი, რომელიც ითვალისწინებს მწარმოებლობისა და დანახარჯების კომპლექსურ ოპტიმიზაციას, ასეთი პარამეტრია დაყვანილი საექსპლუატაციო დანახარჯები:

$$C_{დაყ} = \frac{C_{პირ}}{W_{ბო}} + C_{კაპ} \quad (3.4)$$

სადაც: $C_{პირ}$ – აგრეგატის პირდაპირი საექსპლუატაციო დანახარჯებია და იანგარიშება გამოსახულებით;

$$C_{პირ} = C_{\alpha} + C_{\rho} + C_{\rho'} + C_{საწ.საცხ.} + C_{ხელ.} \quad (3.5)$$

სადაც: C_{α} – ტექნიკის საამორტიზაციო დანარიცხებზე დანახარჯებია, რომელიც იანგარიშება ამორტიზაციაზე დანარიცხების კოეფიციენტისა და ტექნიკის საბალანსო ღირებულების მიხედვით:

$$C_{\alpha} = \frac{C_{\delta.ტრ.} \cdot \alpha_{ტრ.}}{100T_{ტრ.}} + \frac{C_{\delta.მანქ.} \cdot \alpha_{მანქ.}}{100T_{მანქ.}} \rho \quad (3.6)$$

სადაც: $C_{b.tr.}$ და $C_{b.manq.}$ – ტრაქტორისა და მანქანის საბალანსო ღირებულება, ლარი;

$\alpha_{ტრ.}$ და $\alpha_{manq.}$ – საამორტიზაციო დანარიცხების კოეფიციენტია, %;

T_{tr} და T_{man} – ტრაქტორისა და მანქანის წლიური ნორმატიული გამომუშავებაა სთ-ში;

C_{ρ} და $C_{\rho'}$ – დანახარჯები ტექნიკის რემონტზე, ტექნიკურ მომსახურებასა და შენახვაზე, იანგარიშება ამორტიზაციაზე დანახარჯების ანალოგიურად:

$$C_{\rho} = \frac{C_{\delta.ტრ.} (\rho_{1.ტრ.} + \rho_{2.ტრ.})}{100T_{ტრ.}} + \frac{C_{\delta.მანქ.} (\rho_{1.მანქ.} + \rho_{2.მანქ.})}{100T_{მანქ.}} \quad (3.7)$$

სადაც: $\rho_{1.ტრ.}$ და $\rho_{1.მანქ.}$ შესაბამისად ტრაქტორისა და მანქანის დანარიცხების კოეფიციენტია ტექნიკურ მომსახურებასა და რემონტზე, %;

$\rho_{2.ტრ.}$ და $\rho_{2.მანქ.}$ შესაბამისად ტრაქტორისა და მანქანის დანარიცხებ-ის კოეფიციენტია ტექნიკის შენახვაზე, %;

$C_{საწ.საცხ.}$ – დანახარჯები საწვავ საცხები მასალების შეძენაზე. იანგარიშება ძრავის ეფექტური სიმძლავრის N_e , საწვავის კუთრი ხარჯისა g და საწვავის კომპლექსური ფასის მიხედვით $C_{კომ.}$:

$$C_{საწ.საცხ.} = gN_e C_{კომ} \quad (3.8)$$

ფორმულაში შემავალი ეფექტური სიმძლავრე იანგარიშება აგრეგატის წვეის წინაღობისა და მოძრაობის სიჩქარის მიხედვით:

$$N_e = \frac{R_{აგრ.} \cdot V_{სამ.}}{10^3 \eta_y \eta_{ტრ.}} \quad (3.9)$$

სადაც: - $R_{აგრ}$ - აგრეგატის წვევის წინაღობა იანგარიშება გამოსახულებით

$$R_{აგრ} = Kb, \text{ სადაც } K - \text{ აგრეგატის წვევის წინააღმდეგობა აგრეგატის}$$

მოდების განის გრძივ მეტრზე ნ/მ და b - მოდების განი, მ;

მაშინ დანახარჯების საანგარიშო ფორმულა საწვავ-საცხებ მასალებზე მიიღებს

სახეს:

$$C_{საწვ. საც.} = \frac{gC_{კომ} KbV_{სამ}}{10^3 \eta_e \eta_{ტრ}} \quad (3.10)$$

$C_{ხელ}$ - დანახარჯები მომსახურე პერსონალის შრომის ანაზღაურებაზე

იანგარიშება მომსახურე პერსონალის რაოდენობისა m_ϵ და

შესაბამისი საათობრივი სატარიფო განაკვეთის S_ϵ მიხედვით:

$$C_{ხელ} = \sum_{\epsilon=1}^v m_\epsilon S_\epsilon t_\epsilon \quad (3.11)$$

სადაც: $\epsilon = 1, 2, \dots, v$ - მომსახურე პერსონალის Υ თანრიგია;

t - მოცემული სამუშაოს შესრულების დრო.

დაყვანილი საექსპლუატაციო დანახარჯების საანგარიშო ფორმულაში შემავალი საანგარიშო აგრეგატის საათობრივი მწარმოებლობა იანგარიშება ფორმულით:

$$W_{ბო} = 0,1b_{სამ} V_{სამ} \tau E \quad (3.12)$$

თუ 3.7, 3.10, 3.11 და 3.12 ფორმულების მნიშვნელობებს შევიტანთ 3.5 გამოსახულებაში, მივიღებთ:

$$C_{დაჟ} = \frac{G_{ტრ}(\alpha_{ტრ} + \rho_{1ტრ} + \rho_{2ტრ}) + G_{მან.}(\alpha_{მან.} + \rho_{1მან.} + \rho_{2მან.})}{100T0,1bV\tau} + \quad (3.13)$$

$$+ \frac{gC_{კომ.} KbV}{10^3 \eta_e \eta_{ტრ} 0,1bV\tau} + \frac{\sum m_\epsilon S_\epsilon t}{0,1bV\tau} + C_{კაბ.} H$$

თუ 3.13 გამოსახულებაში ჩავატარებთ შესაბამის მათემატიკურ გარდაქმნებს და მასში შემავალ მუდმივ სიდიდეებს აღვნიშნავთ ერთიანი მუდმივი კოეფიციენტებით

$$\frac{G_{ტრ}(\alpha_{ტრ} + \rho_{1ტრ} + \rho_{2ტრ}) + G_{მან.}(\alpha_{მან.} + \rho_{1მან.} + \rho_{2მან.}) + T \sum_{\epsilon=1}^v m_\epsilon S_\epsilon \tau}{100T0,1} = B;$$

$$\frac{gC_{კომ.}}{10^3 \eta_e \eta_{ტრ} 0,1} = D; \quad \text{da}$$

$$C_{კაბ} \cdot H = E.$$

მაშინ დაყვანილი საექსპლუატაციო დანახარჯების საანგარიშო ფორმულა მიიღებს Semdeg axes:

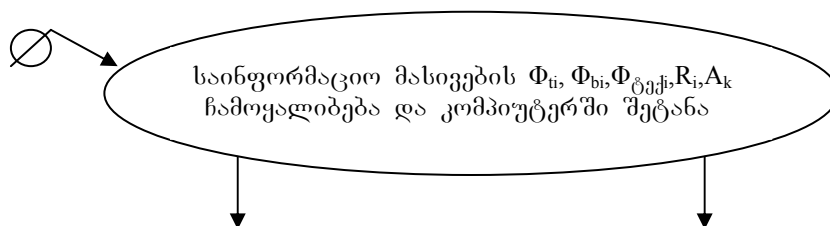
$$C_{ლაყ} = \frac{B}{bV\tau} + \frac{D}{\tau} + E \quad (3.14)$$

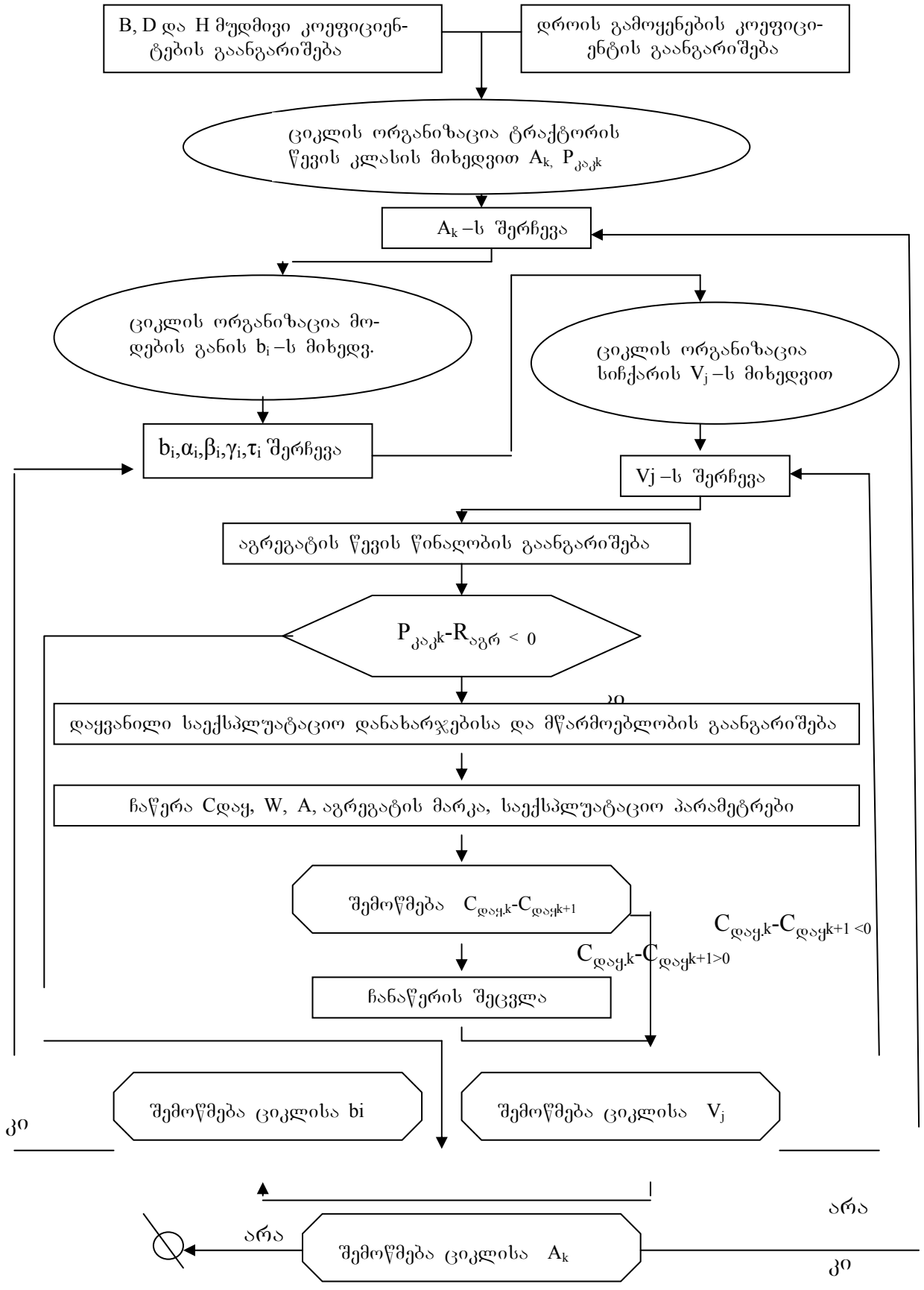
მანქანათა კომპლექსის ოპტიმიზაციის პოლინომი კი მიიღებს შემდეგ სახეს:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^l A_{ijk} \left(\frac{B}{b_{ijk} V_{ijk} \tau_{ijk}} + \frac{D}{\tau_{ijk}} + E \right) \rightarrow \rightarrow 0 \quad (3.15)$$

3.15 პოლინომის ამოხსნა მოითხოვს $k * I * j$ განტოლებათა სისტემის შედგენასა და ამოხსნას, რაც მნიშვნელოვნად რთული და ხანგრძლივი სამუშაოა, ამიტომ მინიმიზაციის ამოცანა ამოვხსნათ კომპიუტერული პროგრამის საშუალებით. ნახ. 3.1-ზე გამოსახულია აღნიშნული პოლინომის კომპიუტერული ამოხსნის ბლოკ-სქემა წრფივი პროგრამირების მეთოდით.

მანქანათა კომპლექსის ოპტიმიზაციის წარმოდგენილი სისტემა ითვალისწინებს მხოლოდ მანქანათა კომპლექსის ექსპლუატაციის დანახარჯებს და უგლვებელყოფს ტექნოლოგიური პროცესის შესასრულებლად საჭირო დანახარჯების კომპლექსს, რომელშიც შედის: თესლის, სასუქის, შხამქიმიკატების და სხვა დამხმარე მასალების შექმნის, პროცესის ორგანიზაციის, ელექტროენერგიის და სხვა დანახარჯები. ამიტომ იგი ეფექტურია მხოლოდ იმ შემთხვევაში, როდესაც ტექნოლოგიური პროცესი სრულდება დიდ ფართობებზე, ენერგოგაჯერებული ტექნიკით, როდესაც ტექნიკის გამოყენების ხარჯები საერთო დანახარჯების მნიშვნელოვან ნაწილს წარმოადგენს. მცირე ფერმერული მეურნეობების შემთხვევაში კი, როდესაც მისი წილი საერთო დანახარჯებში უმნიშვნელოა, მისი გამოყენება ოპტიმიზაციის ეფექტს არ იძლევა, ამიტომ ამ შემთხვევაში რენტაბელურია გამოვიყენოთ მანქანათა შერჩევის ბიზნეს-გეგმის, ანუ ოპტიმიზაციის საერთო დანახარჯების მინიმიზაციის მეთოდი.





სურ. 3.1 მანქანათა კომპლექსის ოპტიმიზაციის ბლოკ-სქემა

3.3 მანქანათა კომპლექსის შერჩევა ბიზნეს-გეგმის მეთოდით.

როგორც ნაშრომის მეორე თავში განვსაზღვრეთ, კერძო ფერმერული მეურნეობის წარმოება უნდა ითვალისწინებდეს ოჯახის სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციაზე მოთხოვნის სრულ დაკმაყოფილებას. აღნიშნულიდან გამომდინარე ფერმერული მეურნეობის ფერმერის ოჯახის ნორმატიული მოთხოვნილება საკვებ პროდუქტებზე, შესაბამისი კულტურებით დაკავებული ფართობის საჭირო სიდიდე მოცემულია ცხრილში №1.3., რომელიც წარმოადგენს ფერმერის კუთვნილი სავარგულების ფართობის სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მიხედვით გადანაწილების საფუძველს.

მცირე ფერმერულ მეურნეობაში სავარგულების მცირე ფართობისა და ნაკვეთების რთული კონფიგურაციის გამო შეზღუდულია გამოყენებული ტექნიკის ნომენკლატურა და რაოდენობა. ასე მაგალითად, 1,25 ჰა ფართობის შემთხვევაში, როდესაც ერთი კულტურით დაკავებული ფართობი არ აღემატება 0,3 ჰა-ს, საკმარისია მაქსიმუმ ერთი ტიპის ორი მოტობლოკი ან ერთი 2 კნ წევის კლასის მინიტრაქტორი და ერთი მოტობლოკი ან მოტოკულტივატორი. მათი შერჩევა დამოკიდებულია წარმოების კონკრეტულ პირობებზე და მათი მუშა სვლების გამოყენების კოეფიციენტზე. აქვე უნდა აღვნიშნოთ, რომ ფრიად შეზღუდულია მანქანათა შლეიფი და ერთი დასახელების მხოლოდ ერთი მანქანა არსებობს ერთი დასახელების წევის საშუალებაზე, ამიტომ შერჩევა შეუძლებელია. ამასთან მცირე ფერმერული მეურნეობა ვერ უზრუნველყოფს წევის საშუალებების ნორმატიულ დატვირთვას, რაც გამორიცხავს მანქანათა კომპლექსის ოპტიმიზაციას აგრეგატების მაქსიმალური დატვირთვის მიხედვით. აქედან გამომდინარე მანქანათა ოპტიმალური კომპლექსის შერჩევის ერთადერთი საშუალებაა კომპლექსური აგრეგატების გამოყენება რამოდენიმე ტექნოლოგიური პროცესის ერთდროული შესრულებით.

ბიზნეს-გეგმის მიხედვით ოპტიმალური მანქანათა კომპლექსის შერჩევის კრიტერიუმი იქნება წარმოების საბალანსო მოგება:

$$PP_{საბ} = C_{შემ} - C_{დან} \quad (3.16)$$

→ max

სადაც: $PP_{საბ}$ – საბალანსო მოგებაა ლარებში;

$C_{შემ}$ - სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციის წარმოების რეალიზაციით მიღებული შემოსავალი, ლარებში;

$C_{დან}$ – ჯამური დანახარჯები სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციის წარმოებაზე, ლარებში.

პროდუქციის რეალიზაციით მიღებული შემოსავლები იყოფა მემცენარეობისა და მეცხოველეობის პროდუქტების ღირებულებად, რომელთა მნიშვნელობა მოცემულია

ქვემოთ მოყვანილ ცხრილებში. ცხრილი №3.1

მემცენარეობის ძირითადი და დამხმარე პროდუქტების რაოდენობა

№	პულტურის დასახელება	მიღებული პროდუქტი				საბოლოო პროდუქტი	
		დაკავებული ფართი, ჰა	მოსავლია-ნობა, ტ/ჰა	ძირითადი პროდუქტი, კგ.	თანმდევი პროდუქტი, კგ.	ძირითადი პროდუქტი ფეკილის სახით, კგ	დამატებითი პროდუქტი (ქატი), კგ.
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	ხორბალი	0,3	4,5	1350	2025	1266	675
2.	სიმინდი	0,3	5,5	1650	2475	1155	490
3.	იონჯა	0,2	9	1800		1800	
4.	ხეხილი	0,05	4	200			
5.	ვენახი	0,15	5	750		450-ღვინო	300(ჭაჭა)
6.	ბოსტნეუ-ლი და ბაღჩეული	0,1	12	1200		1000 სა-კვები პროდუქტი	200 (უკონდ)
7.	კარტოფი-ლი	0,1	10	1000	300	800	200 (უკონდ)

ნორმატიული და მიღებული რაოდენობის შედარებით მივიღებთ ნამატი პროდუქტის და შესაბამისად დამატებით შემოსავლების რაოდენობას (ცხ.№3.2).

მემცენარეობის პროდუქტების რეალიზაციით მიღებული დამატებითი შემოსავალი ცხრილი №3.2

№	პროდუქტის დასახელება	პროდუქტის რაოდენობა, კგ			მიღებული შემოსავალი, კგ	
		მიღებული	ნორმატი-ული	ნამატი	ერთეულის ღირებულ-ება, ლარი	შემოსა-ვალი, ლარი
1	2	3	4	5	6	7
1.	ხორბლის ფეკილი	1266	592	674	0,76	513
2.	სიმინდის ფეკილი	1155	480	675		

3.	ღვინო	450	300	150	1,1	160
4	ბოსტნეული	1000	928	72	0,7	50,4
5	კარტოფილი	1000	468	532	0,6	319,2
	სულ:					1042,6

ვინაიდან მცირე ფერმერული მეურნეობა მრავალდარგობრივია, საჭიროა გავითვალისწინოთ მეცხოველეობის საჭირო სულადობა: 2 ძროხა თავისი ნამატით, ქუბი 3 – 4, ერთი კერატი და ნამატი 23 გოჭი. მემცენარეობის ანალოგიურად გამოითვლება შემოსავლები მეცხოველეობის პროდუქციიდან (ცხრილი №3.3)

ცხრილი №3.3

მეცხოველეობის პროდუქტის რეალიზაციით მიღებული შემოსავალი

№	საქონელი	რაოდენობა	ხორცი, კგ			რძე, კგ			ერთეულის ღირებულება, ლარი/კგ	სულ ლარი
			სულ	ნორმატიული	სარეალიზაციო	სულ	ნორმატიული	სარეალიზაციო		
1.	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1.	ძროხა	2				3000	1276	1724	1,2	2069
2.	მოზარდი	4	500	241	259				4,5	1166
3.	ღორი	4	300	200	100				5,0	500
4	გოჭი	23	23		23				50	1150
	სულ:									4885

ნორმატიული გაანგარიშებით საქონლის მოცემული რაოდენობის გამოსაკვებად საჭიროა 6900 საკვები ერთეული, რომელიც უნდა მივიღოთ მემცენარეობის საკუთარი წარმოებიდან ძირითადად თანმდევი პროდუქციის ხარჯზე, აქვე უნდა გავითვალისწინოთ სოფლის საერთო საძოვრებიდან მიღებული საკვები ერთეულების რაოდენობა მწვანე მასის სახით. საკვები ერთეულების რაოდენობის შევსება შესაძლებელია სიმინდის მარცვლის ხარჯზე. საკვები ერთეულების შიგა სამეურნეო წარმოების რაოდენობის გაანგარიშება მოცემულია №3.4 ცხრილიში.

ცხრილი №3.4

მეცხოველეობისათვის საჭირო საკვები ერთეულების წარმოების გაანგარიშება

№		პროდუქტის ოდენობა, ტონა	რა- საკვ. ერთ. ერთეულ ს.ერ./ტ	რაო-დენ. პროდ-ზე	სულ ერთეულების რაოდენობა ტ,	საკვები
1	2	3	4	5		
1.	ხორბლის ნამჯა	2,025		220		445,5
2.	ხორბლის ქატო	0,675		710		479,25
3.	სიმინდის ჩალა	2,475		370		915,75
4.	სიმინდის ღერდილი	0,490		1310		642
5.	დაფქული ნაქურჩი	0,870		350		304,5
6.	სიმინდის მარცვალი	0,950		1400		1330
7.	ბოსტნეული	0,2		130		26
8.	კარტოფილი	0,2		300		60
9.	იონჯა	1,8		370		666
10.	ყველის შრატი	1,0		850		850
11.	მწვანე მასა (საძოვ.)	4,53		300		1356
	სულ:	13,19				7075

საკვები ერთეულების მიღებული რაოდენობა სავსებით აკმაყოფილებს მეცხოველეობის მოთხოვნილებას საკვებზე. ამრიგად, დამატებითი პროდუქციის რეალიზაციით მიღებული შემოსავალი შეადგენს:

$$C_{\text{ჯ}} = C_{\text{მეფ}} + C_{\text{მეც}} = 5927,6 \text{ ლარი}$$

ჯამური დანახარჯები პროდუქციის წარმოებაზე იანგარიშება გამოსახულებით:

$$C_{\text{ჯ}} = C_{\text{მექ.}} + C_{\text{თეს}} + C_{\text{სას}} + C_{\text{შ.კიმ.}} + C_{\text{მიწ}} + C_{\text{სამ.პრ}} + C_{\text{დაზ}} + C_{\text{გაუთ.}} \quad (3.17)$$

სადაც: $C_{\text{მექ.}}$ - მანქანათა კომპლექსით შესრულებული სამუშაოს ღირებულებაა, თუ ვისარგებლებთ ტექნიკის ტექნიკო-ეკონომიკური დახასიათებით (ცხრ. №3.5)

მექანიზებული სამუშაოების შესრულებაზე დანახარჯები იანგარიშება გამოსახულებით:

$$C_{\text{მექ.}} = C_{\alpha} + C_{\text{რტმ}} + C_{\text{რმ}} + C_{\text{საწ}} \quad (3.18)$$

სადაც: $P C_{\alpha}$ - დანახარჯებია ტექნიკის ამორტიზაციაზე და №3.5 ცხრილის მიხედვით 326 ლარის ტოლია;

ცხრილი № 3.5.

ფერმერის კუთვნილი ტექნიკის ტექნიკო-ეკონომიკური დახასიათება

№	დასახელება	მარკა	დატვირთვა, სთ.	ღირებ ულ.	ამორტ. ლარი	ტმ. და შენ. ლარი
---	------------	-------	----------------	--------------	----------------	---------------------

			ნორ.	ფაქტ	ლ.	%	ლ.	%	ლ.
1.	მოტიბლოკი	სუპერ-600	500	300	660	15	58	17	66
2.	მოტობლოკი	მბ-1	500	425	660	15	83	17	94
3.	მოტოკულტივ.	მკ-2	400	256	180	12	83	17	94
4.	ორმწკრივიანი სათესი	საკ.უთარი წარმოება			150	12	22	12	22
5.	კვალგამხსნელი	«			150	12	18	12	18
6.	ფარცხი	«			150	12	18	12	18
7.	პასიური კულტივატორი	«			160	12	19	12	19
8.	ორფენოვანი კულტივატორი	«			120	12	14	12	14
9.	სიმ.-ლობის საბუდნი	«			90	12	11	12	11
		სულ			2813		326		356

$C_{\rho\theta} + C_{\rho\theta}$ – დანახარჯებია ტექნიკის ტექნომსახურებასა და შენახვაზე, რაც იმავე ცხრილის მიხედვით 356 ლარის ტოლია;

$C_{საწ}$ – დანახარჯები საწვავ-საცხებ მასალებზე ტექნოლოგიის მიხედვით [5] 343 ლარის ტოლია.

მაშინ $C_{მექ.} = 326 + 356 + 343 = 1025$ ლარი

დანახარჯები ელიტური თესლის შექმნაზე იანგარიშება გამოსახულებით:

$$C_{ელ.თეს.} = \sum_{i=1}^n F_i q_i S_i \quad (3.19)$$

სადაც: F_i – i -ური კულტურით დაკავებული ფართია ჰექტრებში;

q_i – i -ური კულტურის გამოთესვის ნორმა კგ/ჰა;

S_i – i -ური კულტურის სარეალიზაციო ფასია ლარი/კგ;

n – კულტურათა სახეობების რაოდენობა - ხორბალი, სიმინდი, ლობიო და კარტოფილი მაშინ:

$$C_{ელ.თეს.} = 0,3 \cdot 200 \cdot 0,7 + 0,8 \cdot 50 \cdot 0,5 + 0,5 \cdot 10 \cdot 3 + 0,2 \cdot 60 \cdot 0,7 = 84 \text{ ლარი.}$$

დანახარჯები სასუქების შექმნაზე მთელი ფართობისათვის იანგარიშება გამოსახულებით:

$$C_{საწ} = \sum_{j=1}^m F_j Q_j S_j \quad (3.20)$$

სადაც: F_j – j -ური სასუქის შეტანის ფართობია, ჰა;

Q_j – j -ური სასუქის შეტანის ნორმა, კგ/ჰა;

$S_j - j$ – ური სასუქის ერთეულის ფასია ლარი/ჰა;

m – სასუქის სახეების რაოდენობა. გამოყენებულია აზოტის, ფოსფორისა და კალიუმის მარილები, მაშინ:

$$C_{სას} = 1,25 (179*0,7 + 125*0,48 + 133*0,48) = 249,14 \text{ ლარი}$$

$C_{მიწ}$ – მიწის გადასახადი – მთავრობის გადაწყვეტილებით 10ჰა-მდე ფართობი გადასახადით არ იბეგრება;

$C_{სამ. პრ}$ – დანახარჯები სამრეწველო პროდუქციის შექმნაზე 611 ლარი [78];

$C_{დაზ}$ – დაზღვევის გადასახადი აიღება საერთო შემოსავლის 45% - 237 ლარი;

$C_{გაუთ}$ – აიღება საერთო დანახარჯების 5% - 118 ლარი [78]

მაშინ ჯამური დანახარჯები იქნება:

$$C_{ჯ} = 1025 + 84 + 249 + 611 + 237 + 118 = 2324 \text{ ლარი}$$

საბოლოოდ საბალანსო მოგება შეადგენს:

$$P_{ბ} = 5927,6 - 2324 = 3603,6 \text{ ლარი}$$

როგორც ბიზნეს გეგმის გაანგარიშება გვიჩვენებს შემოთავაზებული ტექნოლოგიებისა და ტექნიკური საშუალებების გამოყენება რენტაბელურია და იძლევა 3603,6 ლარის წლიურ საბალანსო მოგებას.

3.4. დასკვნები მესასმე თავზე

1. მცირე ფერმერულ მეურნეობაში ფართობის სიმცირისა და ნაკვეთის რთული კონფიგურაციის გამო ძლიერ შეზღუდულია გამოსაყენებელი ტექნიკის როგორც ნომენკლატურა, ისე რაოდენობა;
2. ერთი მეურნეობის ფარგლებში შეუძლებელია წევის საშუალებების ნორმატიული დატვირთვის მიღწევა;
3. მცირე ფერმერული მეურნეობებისათვის მანქანათა კომპლექსის ოპტიმალური შერჩევა არსებული ოპტიმიზაციის მეთოდებით შეუძლებელია ზემოთ მოყვანილი მიზეზების გამო;

4. მცირე ფერმერული მეურნეობისათვის მანქანათა კომპლექსის ოპტიმალური შემადგენლობის შერჩევა უნდა მოხდეს ბიზნეს-გეგმის საშუალებით, წარმოების რენტაბელობის კრიტერიუმით.

თ ა ვ ი IV

მცირე ფერმერულ მეურნეობაში სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოვლა-მოყვანის მანქანათა კომპლექსის სრულყოფა

4.1 მცირე ფერმერულ მეურნეობაში ცალკეული სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოვლა-მოყვანის მაღალი ტექნოლოგიების შესასრულებლად გამოყენებული მანქანათა კომპლექსი.

წინა თავში უკვე განვსაზღვრეთ სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ფერმერულ მეურნეობებში მოვლა-მოყვანის მაღალი მანქანური ტექნოლოგიები და დავადგინეთ რაციონალური წევის საშუალებები მინიტრაქტორების, მოტობლოკებისა და მოტოკულტივატორების სახით. იქვე აღვნიშნეთ, რომ ამ წევითი საშუალებების სასოფლო-სამეურნეო მანქანების შლეიფი ძლიერ მცირე-რიცხოვანია, სულ წარმოდგენილია 6 სახის მანქანა-იარაღი: გუთანის, თათებიანის კულტივატორი, ფრეზა-კულტივატორი, კვალგამხსნელი, სათიბელა და ცენტრიდანული ტუმბო.

გუთანის ერთკორპუსიანია, მინიტრაქტორისათვის 40სმ და მოტობლოკებისათვის 25სმ მოდების განით. მოტობლოკებისათვის გუთანის საბრუნია და მონტაჟდება მოტობლოკზე სპეციალური მოწყობილობით. დამუშავების სიღრმე არ აღემატება 15 –17სმ. მანქანის ასიმეტრიულობის გამო გამწვანებულია აგრეგატის მოძრაობის სწორხაზობრივი მიმართულების შენარჩუნება და მისი მართვა ოპერატორის სწრაფ დაღლას იწვევს.

მოტობლოკის კომპლექტში არსებული თათებიანი კულტივატორი აღჭურვილია ისრისებური თათებით და მისი მაქსიმალური მოდების განია 70სმ. საქართველოს მძიმე ნიადაგობრივი პირობებისათვის კულტივატორის წონა იმდენად მცირეა, რომ ვერ იძლევა გაფხვიერების საჭირო ხარისხს, ამიტომ მათი გამოყენების არეალი შეზღუდულია.

კვალგამხსნელი წარმოადგენს ორფრთიან კორპუსს, რომელიც წარმატებით გამოიყენება სარწყავი არხების დასაჭრელად, კარტოფილის ნარგავების შემოყრისა და სხვა სპეციფიკური სამუშაოების შესასრულებლად.

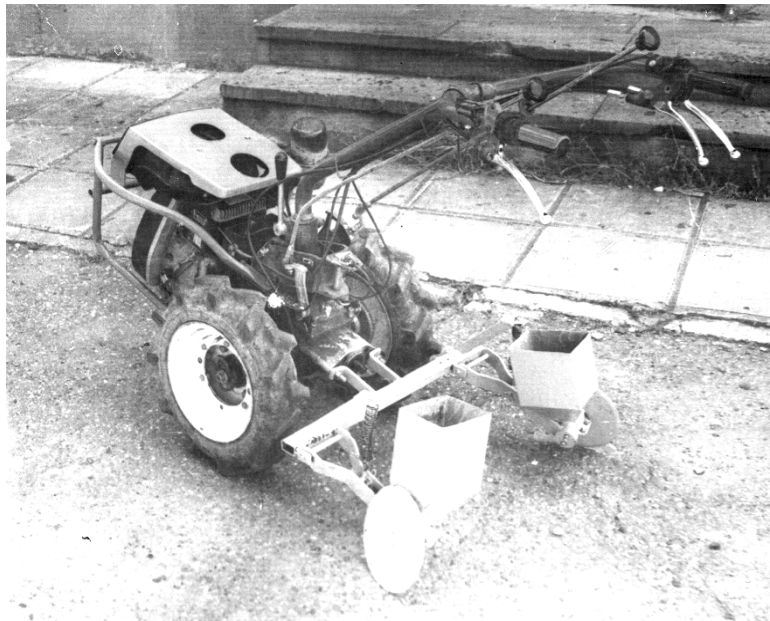
მოტობლოკების სერიული სათიბელას მოდების განია 1 მ. ბალახის ჭრის პროცესი ნორმალურად სრულდება, მაგრამ გართულებულია მოთიბული მასის ღვარეულებად დაწყობა. ეს სათიბელები წარმატებით გამოიყენება კარტოფილის ფოჩების გასათიბად ალების წინ.

მოტობლოკების ყველაზე ფართოდ გამოყენებული და ძირითადი მუშა ორგანოა ფრეზი, იგი ყველა მინიტრაქტორის, მოტობლოკისა და მოტოკულტივატორის შემადგენლობაში შედის. ფრეზული დოლი შედგება ოთხი ბატარეისაგან, რომელთა დისკებზე განლაგებულია ოთხი გესმაგვარი დანა. ფრეზული დოლის აძვრა ცენტრალური რედუქტორიდან ხორციელდება. ფრეზი გამოიყენება ნიადაგის გასაფხვიერებლად თესვის სიღრმეზე, სარეველა მცენარეების მოსაჭრელად და სასუქებისა და ჰერბიციდების ნიადაგში ჩასაკეთებლად.

მანქანების ჩამონათვალი საკმარისი არ არის მაღალი ტექნოლოგიების განხორციელებისათვის. საჭიროა მარტივი და კომპლექსური მანქანების მთელი კომპლექსი, რომელთა დასაპროექტებლად სოფლის მეურნეობის მექანიზაციისა და ელექტრიფიკაციის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის გლეხური და დამხმარე მეურნეობების მექანიზაციის ლაბორატორიაში, ავტორის მონაწილეობით, დიდი მოცულობის სამუშაოებია ჩატარებული. ამ ლაბორატორიაში კონსტრუირებული მანქანებიდან უნდა გამოვიყნოთ: სათოხნი კულტურების კომბინირებული სათესი, კულტივატორი და ცულტივატორ-გამომკვები.

სათოხნი კულტურების კომბინირებული სათესი განკუთვნილია სიმინდისა და ლობიოს ერთდროულად დასათესად, იგი ორმწკრივიანია 60 და 70 სმ რიგთაშორისებით, რაც საშუალებას იძლევა, რომ იგი ვენახის რიგთაშორისებში სამუშაოდაც გამოვიყენოთ. სათესის ჩარჩო დამზადებულია ორი 45x45x4 კუთხოვანასაგან. კუთხოვანების ცალ ბოლოზე მიდუღებულია მილსაყები, მეორე ბოლოები კი ჩასმულია ერთმანეთში და შეკრულია ავჯანდებით. ასეთი კონსტრუქცია აიოლებს რიგთაშორისების სიდიდის ცვლილებას. ჩარჩოზე მიდუღებულია

მოტობლოკთან მისაერთებელი კრონშტეინები. მოტობლოკ «სუპერ-610-ის» შემთხვევაში კრონშტეინი ემაგრება სერიული მისაბმელის შემაერთებელ ჩარჩოზე, მოტობლოკ «მბ-1»-ისა და მოტოკულტივატორ «მკ-2»-ის შემთხვევაში კრონშტეინი ემაგრება საყრდენ-სამუხრუჭე დგარის მილსაყზე. იქვე ვერტიკალური ღერძის საშუალებით მაგრდება დისკოებიანი კვალგამხსნელი. კონსტრუქციაში გამოყენებული დისკო-ებიანი კვალგამხსნელი მუშაობის პროცესში უზრუნველყოფს მოძრაობის სწორხაზობრიობის შენარჩუნებას. დისკოები, მოძრაობის პროცესში ნიადაგის ზედაპირზე გადაგორდება, რაც გამორიცხავს შემთხვევითი წინაღობის მიერ სათესის შემობრუნებას. სათესის ერთ-ერთ მნიშვნელოვან ორგანოს გამომთესი აპარატი წარმოადგენს.

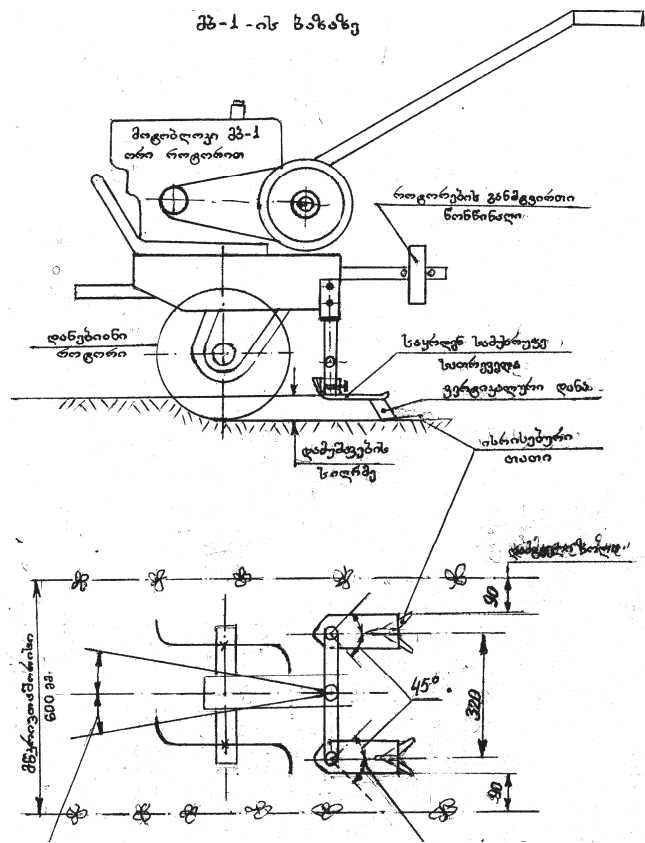


სურ. 4.1. სათოხნი კულტურების სათესი მოტობლოკის ბაზაზე.

სათესის კონსტრუქციაში გამოყენებულია უჯრედებიან-ჯაგრისიანი გამომთესი აპარატი, რომლის ძირითად დეტალს მბრუნავი კოჭა წარმოადგენს. კოჭას ზედაპირზე ამოღებულია მოცემული კულტურის თესლის ზომების შესაბამისი ზომის უჯრედები. კოჭაზე ზემოდან დამაგრებულია სათესლე ყუთი, რომლის თესლგამტარი ხვრელი დაფარულია ჯაგრისით. კოჭის ბრუნვის დროს უჯრედში ჩამჯდარი თესლი გადაადგილდება კოჭასთან ერთად, მიაწვება ჯაგრისს, გადასწევს მას და გამოითესება. კოჭა დამაგრებულია კვალგამხსნელ დისკოებზე და გამოთესილი თესლი ხვდება რა

დისკოების არეში, ჩაითესება გახსნილ კვალში. სიმინდისა და ლობიოს კულტურების კომბინირებული თესვისათვის სათესლე ყუთი გაყოფილია ორ ნაწილად ისე, რომ ერთი ნაწილის მოცულობა 1,4-ჯერ აღემატება მეორისას. ეს მდგომარეობა კი საშუალებას იძლევა, რომ ყუთში ჩაყრილი სხვადასხვა ზომის თესლი თანაბარი რაოდენობის იყოს. სათესის ჩარჩოზე სპეცი-ალური კრონშტეინით დამაგრებულია მიმტკეპნი თვალი, რომელიც უზრუნველყოფი თესლის მჭიდროდ განლაგებას გრუნტში და მისი აღმოცენების იდეალური პირობების შექმნას. მეზობელ გავლათა შორის რიგთაშორისის სიდიდის დაცვას უზრუნველყოფენ სპეციალური მარკერები.

სათესით დათესილი კულტურების რიგთაშორისების კულტივაციისათვის დამუშავებულია კულტივატორის კონსტრუქცია მოტობლოკ «მბ-1»-ის ბაზაზე. კულტივატორის ძირითად მუშა ორგანოს დანებიანი როტორი წარმოადგენს. საჭირო მოდების განის მისაღებად (40სმ) დანებიან როტორზე მოხსნილია ორი სექცია. შემცირებული მოდების განის გამო მოტობლოკის გადაბრუნებისა და ზედმეტი დაღრმავების თავიდან ასაცილებლად მოტობლოკთან, განივი ძელის საშუალებით, მიერთებულია ორი საყრდენ-სამუხრუჭე სათრეველა. სათრეველას გავლით მიტკეპნილი ზოლის გასაფხვიერებლად მასზე დამაგრებულია ვერტიკალური დანა ისრისებური თათით. როტორზე მოსული ვერტიკალური ძალის კომპენსირებისათვის სათრეველა საყრდენების უკან, მოტობლოკის ჩარჩოზე დამაგრებულია დამატებითი ტვირთები.



სურ. 4.2 სათოხნი კულტურების კულტივატორი მოტობლოკ «მბ-1»-ის ბაზაზე.

როგორც მცირე ფერმერული მეურნეობებისათვის მანქანური ტექნოლოგიების დამუშავებისას აღვნიშნეთ, მხოლოდ ნიადაგის ძირითადი და თესვისწინა დამუშავების ოპერაციების შესრულებას სრულყოფილად შესაძლებელი მანქანური წესით, ამასთან შესაძლებლობა გვეძლევა გამოვიყენოთ ნიადაგის მინიმალური დამუშავების სისტემა კომპლექსური აგრეგატების საშუალებით. ამ მიმართებით სერიული მანქანები ჯერჯერობით არ არსებობს. როდესაც ვმსჯელობთ კომპლექსური ტექნოლოგიების გამოყენებაზე უნდა განვიხილოთ მცირე ფერმერული მეურნეობის სპეციფიკა. კერძოდ, ის, რომ სოფლის საქონელმწარმოებლის ნაკვეთები თითქმის მთელი წლის განმავლობაში მუშავდება, ამიტომ ისინი გაყამირებას ვერ ასწრებენ და შესაძლებელია ძირითადი დამუშავების ციკლიდან ხვნის ტექნოლოგიის გამორიცხვა, რაც საშუალებას იძლევა იგი დავიყვანოთ ნიადაგის გაფხვიერებამდე და ზედაპირის მოსწორებამდე. ძირითადი და თესვისწინა დამუშავების ციკლის სამუშაოთა კომპლექსური შესრულებისათვის ჩვენს მიერ კონსტრუირებულია ნიადაგის ორფენოვანი დამუშავების მოტობლოკური აგრეგატი, რომელიც აფხვიერებს ნიადაგის ზედა ფენას ჩათესვის სიღრმეზე ფრეზული დოღით მოდების მთელ განზე და აღრმავებს მას 10 – 15

სმ-ით პასიური გამაფხვიერებლების საშუა-ლებით. ამრიგად, ერთ აგრეგატში შერწყმულია პასიური და აქტიური მუშა ორგა-ნოები და ფაქტიურად ახალ პრინციპულ გადაწყვეტას წარმოადგენს, ამიტომ საჭირო ხდება მისი კონსტრუქციისა და მუშაობის პრინციპის თეორიული დასაბუთება.

4.2 კომბინირებული მანქანების მუშა ორგანოების პარამეტრების თეორიული დასაბუთება

სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოვლა-მოყვანისა და აღების ინტენსიურ და მაღალ ტექნოლოგიებში ნიადაგის დამუშავებისათვის ფართოდ გამოიყენება როტაციული მანქანები, ამასთან ფრეზული დოლები ჩვენს მიერ რეკომენდირებული 2კნ წვევის კლასის მინიტრაქტორების, მოტობლოკებისა და მოტოკულტივატორების ძირითად მუშა ორგანოს წარმოადგენს. ისინი აფხვი-ერებენ ნიადაგს თესვის სიღრმეზე და მის ზედაპირს მოასწორებენ. ფრეზის დანებზე მიწოდების ცვლილებით ადვილად მიიღწევა გაფხვიერების საჭირო ხარისხი, რითაც შესაძლებელი ხდება აგროტექნიკური მოთხოვნების შესრულება ყოველგვარი დასარეგლიანებისა და ტენიანობის პირობებში.

მიუხედავად იმისა, რომ როტაციული მუშა ორგანოების ინჟინრული გაანგარიშების შესახებ მრავალი ლიტერატურა არსებობს [68], მათი ძალური და ენერგეტიკული გაანგარიშების მეთოდი სრულყოფას საჭიროებს. საქმე იმაშია, რომ ენერგეტიკული პარამეტრები გამოითვლება, როგორც ნიადაგის კუთრი წინააღმდეგობის, ან ნიადაგის კუთრი დეფორმაციის ფუნქცია, რომლებიც თვითონ არიან დასამუშავებელი ობიექტის ფიზიკო-მექანიკური თვისებების, მჭრელი ელემენტის და მისი ამძრავის კონსტრუქციული, დინამიკური და კინემატიკური პარამეტრების ფუნქცია. ფრეზის მჭრელი ელემენტებით ნიადაგის ჭრის პროცესის სრულყოფის ერთ-ერთ შესაძლო ვარიანტს წარმოადგენს მისი განხილვა დარტყმის თეორიის პოზიციიდან.

განსახილველი პროცესი მიეკუთვნება ადგილობრივ დეფორმაციებთან კონ-ტაქტურ დინამიკურ ამოცანას. ფრეზირების დროს პროცესის ხარისხობრივი

ანალიზისათვის პირველი მიახლოებით ადგილობრივი დეფორმაციის კანონად შეიძლება ჰერცის ფორმულის გამოყენება [9]

$$P = ka^{\frac{2}{3}}, \quad (4.1)$$

სადაც k კოეფიციენტი დამოკიდებულია დარტყმაში მონაწილე სხეულების კონტაქტის ზედაპირების გეომეტრიაზე, მასალის თვისებებზე და გამოითვლება გამოსახულებით:

$$k = \frac{4}{3} \frac{\pi}{\frac{1-v_1^2}{E_1} \frac{1-v_2^2}{E_2}} \frac{q_k}{\sqrt{A+B}} \quad (4.2)$$

სადაც: E_1, E_2, v_1 და v_2 - მჭრელი ელემენტის, ნიადაგის დრეკადობისა და პუასონის კოეფიციენტებია შესაბამისად; q_k, A და B - ორი შემხები ზედაპირების გეომეტრიის გამთვალისწინებელი კოეფიციენტებია. ნაშრომში [36] ჩამოყალიბებული დაშვებების გათვალისწინებით, რომლებიც სამართლიანია როგორც ფრეზის მჭრელი ელემენტის მასალის, ისე ნიადაგისათვის, კოეფიციენტი k განისაზღვრება შედარებით გამარტივებული ფორმულით:

$$k = 1,33E\sqrt{R}, \quad (4.3)$$

სადაც: E - ნიადაგის დრეკადობის მოდულია, R - მჭრელი ელემენტის ბასრი პირის სიმრუდის რადიუსი.

ჭრის დარტყმითი ძალის განსაზღვრისათვის გვაქვს მოძრაობის განტოლება

$$M \frac{d^2\alpha}{dt^2} = -ka^{\frac{2}{3}}, \quad (4.4)$$

სადაც: $M = \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2}$ - დაყვანილი მასაა

ნაშრომში [37] განიხილება აბსოლუტურად მყარი სხეულის დრეკად სხეულთან, სასოფლო-სამეურნეო მასალასთან, დარტყმითი ურთიერთქმედების პროცესი ზოგადი სახით, რომლის შედეგები შეიძლება გამოვიყენოთ განსახილველ პროცესშიც. დარტყმითი ძალა შეიძლება განვსაზღვროთ ფორმულით:

$$P_{\text{მ.ბ.}} = 1,576K \left(\frac{mV_0^2}{k} \right)^{\frac{3}{5}} \left[1 + 0,9 \frac{1}{\tau} \left(\frac{M}{K} \right)^{\frac{2}{5}} \frac{1}{V_0^{\frac{1}{5}}} \right]^{\frac{3}{5}} \quad (4.5)$$

სადაც: V_0 - დამრტყმელი სხეულის სიჩქარე; τ - რელაქსაციის დროა

ფორმულა (4.5) შეიძლება გამოვიყენოთ ფრეზირების პროცესის ძალური და ენერგეტიკული მაჩვენებლების განსაზღვრისათვის. ამ მიზნით ნიადაგის ფრეზირების პროცესის მეშვეობით განვსაზღვროთ (4.5) ფორმულის პარამეტრები. ფრეზის მუშა ორგანო მონაწილეობს ორი სახის მოძრაობაში - აგრე-გატის გადატანით და დოლის ბრუნვით მოძრაობებში. ჰორიზონტალურ ღერძიანი დოლის მუშა ორგანოების მოძრაობის ტრაექტორია წარმოადგენს ციკლოიდს, რომლის ფორმის ცვლილებაზე მოქმედებს გადატანითი და წრიული სიჩქარეების შეფარდება

$$\lambda = \frac{V}{V_a} = \frac{\omega R_{\psi}}{V_a}, \text{ სადაც } \omega - \text{ დოლის კუთხური სიჩქარეა, } R_{\psi} - \text{ ფრეზული დოლის}$$

ბოლო წერტილის რადიუსია; V_a - აგრეგატის გადატანითი სიჩქარეა. როტაციულ ნიადაგდამამუშავებელ მანქანებში, როგორც წესი, $\lambda > 1$, ამიტომ მუშა ორგანოების აბსოლუტური ტრაექტორია წარმოადგენს წაგრძელებულ ციკლოიდს. მუშა ორგანოს მოძრაობის აბსოლუტური ანუ ჭრის სიჩქარე განისაზღვრება გამოსახულებით:

$$V_0 = V_a \sqrt{\lambda^2 \pm 2\lambda \sin \alpha + 1}. \quad (4.6)$$

სადაც: α - დოლის საწყისი მდგომარეობიდან შემობრუნების კუთხე.

გამოსახულებაში პლიუს ნიშანი შეესაბამება პირდაპირ (აგრეგატის მოძრაობის მიმართულებით) და მინუს უკუ მიმართულებით ბრუნვას. ჭრის ზონაში მაქსიმალურ სიჩქარეს შეესაბამება: პირდაპირი ბრუნვის დროს $V_0 = V_a \sqrt{\lambda^2 + 1}$; უკუ ბრუნვის დროს კი $V_0 = V_a (\lambda - 1)$. დარტყმის წერტილში დაყვანილი როტორის მასა

$$m_1 = I / R_{\phi} \quad (4.7)$$

სადაც: I - როტორის ინერციის მომენტი, R_{ϕ} - ფრეზის რადიუსია, გაიზომება დარტყმის წერტილიდან.

დარტყმაში მონაწილე ნიადაგის მასა

$$m_2 = \rho V \quad (4.8)$$

სადაც: ρ - ნიადაგის სიმკვრივეა; V - ნიადაგის ანათალის მოცულობაა, რომელიც მიახლოებითი გათვლებისათვის იანგარიშება გამოსახულებით:

$$V = S a b \quad (4.9)$$

სადაც: a და b - ანათალის სიგანე და სისქეა; S - მიწოდებაა.

ერთი დანის ტრაექტორია მისი მეზობელი დანის ტრაექტორიისაგან აცდენილია S – მანძილზე, რომელსაც მიწოდება ეწოდება. $S = V_a t$, სადაც: t – დროა, რომლის განმავლობაშიც დანა შემობრუნდება კუთხით, რომელიც მეზობელ დანებს შორის კუთხის $2\pi/z$ ტოლია, მაშინ დრო $t = 2\pi/z\omega$ და მიწოდება

$$S = \frac{2\pi V_a}{z\omega} = \frac{2\pi R_0}{\lambda z} \quad (4.10)$$

(4.9) და (4.10) ფორმულების (4.8) ფორმულაში ჩასმით მივიღებთ დარტყმაში მონაწილე ნიადაგის ანათალის მასას, რომელიც ტოლია:

$$m_2 = \frac{2\pi R_0}{\lambda z} \rho ab \quad (4.11)$$

მაშინ (4.5) ფორმულაში საერთო დაყვანილი მასა განისაზღვრება გამოსახულებით

$$M = \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2} = \frac{2\pi I R_0 \rho ab}{I \lambda z + 2\pi R_0^3 \rho ab} \quad (4.12)$$

შევიტანთ რა (4.3), (4.6) და (4.12) ფორმულების მნიშვნელობებს (4.5) ტოლობაში მივიღებთ ნიადაგის ფრეზირების დროს დარტყმითი წრიული ძალის საანგარიშო ფორმულას:

$$P_{\max} = 2,096 E \sqrt{R} \left[\frac{2\pi I R_0 \rho ab V_a^2 (\lambda^2 + 1)}{(I \lambda z + 2\pi R_0^3 \rho ab) 1,33 E \sqrt{R}} \right]^{\frac{3}{5}} \left\{ 1 + 0,09 \frac{1}{\tau} \left[\frac{2\pi I R_0 \rho ab}{(I \lambda z + 2\pi R_0^3 \rho ab) 1,33 E \sqrt{R}} \right]^{\frac{2}{5}} \frac{1}{(V_a \sqrt{\lambda^2 + 1})^{\frac{1}{5}}} \right\}^{\frac{3}{5}}$$

(4.13)

ნიდაგებისათვის ფიგურულ ფრჩხილებში მოთავსებული მეორე წევრი იმდენად მცირეა ერთთან შედარებით, რომ იგი შეიძლება უგულებელვყოთ. მაშინ დავაჯგუფებთ რა მუდმივ წევრებს და გავითვალისწინებთ ჭრამი ერთდროულად მონაწილე დანების რიცხვს, მივიღებთ:

$$P_{\max} = 5,23 E^{\frac{2}{5}} R^{\frac{1}{5}} \left[\frac{I R_0 \rho ab V_0^2 (\lambda^2 + 1)}{I \lambda z + 2\pi R_0^3 \rho ab} \right]^{\frac{3}{5}} z \quad (4.14)$$

უკუ სვლის ფრეზებისათვის (4.14) ფორმულაში გამოსახულება $V_0^2 (\lambda^2 + 1)$ უნდა შეიცვალოს გამოსახულებით $V_0^2 (\lambda + 1)^2$. ფორმულა (4.14) სრულად ითვალისწინებს

ფრეზირების პროცესის გეომეტრიულ, კინემატიკურ და დინამიკურ ფაქტორებს, აგრეთვე დასამუშავებელი ნიადაგის ფიზიკო-მექანიკურ თვისებებს, მაგრამ ზუსტად ვერ გამოისახება ისეთი ფაქტორები, როგორებიცაა ახლევის წინააღმდეგობა, დანის ალესვის კუთხე და სხვა.

ამ ფაქტორების გასათვალისწინებლად (4.14) ფორმულის მარჯვენა მხარეს უნდა დაემატოს კიდევ ერთი წევრი fP_{\max} , ასეთი მეთოდოლოგია შემოთავაზებულია ვ.პ.გორიაჩკინის მიერ, მაგალითად სალენი დოლებისათვის. ამ მოსაზრების გათვალისწინებით ნიადაგის ფრეზირებით ჭრის ძალა შეიძლება ვიანგარიშოთ ფორმულით:

$$P_{\max} = 5,23 E^{\frac{2}{5}} R^{\frac{1}{5}} \left[\frac{IR_{\phi} \rho ab V_a^{2\rho} (\lambda^2 + 1)}{I\lambda + 2\pi R_{\phi}^3 \rho ab} \right]^{\frac{3}{5}} \frac{z}{1-f} BA \quad (4.15)$$

(4.14) ფორმულის საშუალებით შესაძლებელია დარტყმითი ძაბვის მაქსიმალური მნიშვნელობის განსაზღვრა:

$$\sigma_{\max} = 5,23 \frac{E^{\frac{2}{5}} R^{\frac{1}{5}}}{ab} \left[\frac{IR_{\phi} \rho ab \frac{\lambda^2 + 1}{\lambda} V_{\phi}^2}{I\lambda z + 2\pi R_{\phi}^3 \rho ab} \right]^{\frac{3}{5}} z \quad (4.16)$$

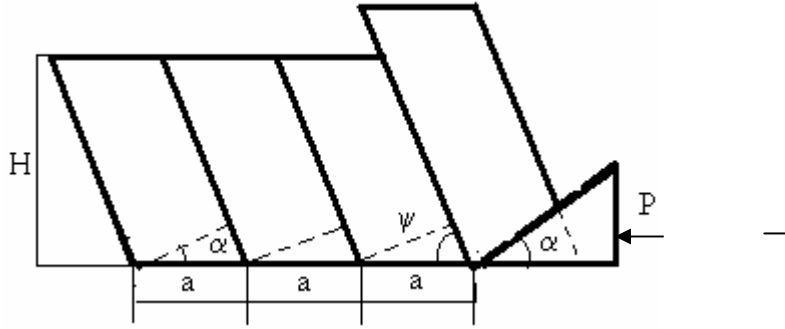
თუ დაუშვებთ, რომ ნიადაგის სიმტკიცის ზღვარი σ_{np} ტოლია ძაბვის მაქსიმალური მნიშვნელობისა, ე.ი. $\sigma_{\max} = \sigma_{np}$ გარკვეული გარდაქმნების შემდეგ მივიღებთ კრიტიკული სიჩქარის საანგარიშო ფორმულას:

$$V_{\phi(kr)} = \sqrt{\frac{\sigma_{np}^{\frac{5}{3}} (I\lambda z + 2\pi R_{\phi}^2 \rho ab) (ab)^{\frac{2}{3}}}{(5,23)^{\frac{5}{3}} E^{\frac{2}{3}} R^{\frac{1}{3}} IR_{\phi} \frac{\lambda^2 + 1}{\lambda} k^{\frac{5}{3}}}} \quad (4.17)$$

(4.17) ფორმულის საშუალებით ფრეზის ტექნიკური და ნიადაგის ფიზიკო-მექანიკური პარამეტრების ცნობილი მნიშვნელობების მიხედვით შეიძლება განვსაზღვროთ კრიტიკული სიჩქარე და მაქსიმალური დაძაბულობა პროექტირების სტადიაზე, რაც საშუალებას გვაძლევს დასაბუთებულად შევირჩიოთ სამუშაო რეჟიმები და ფრეზერული აგრეგატის ძალური და ენერგეტიკული პარამეტრები.

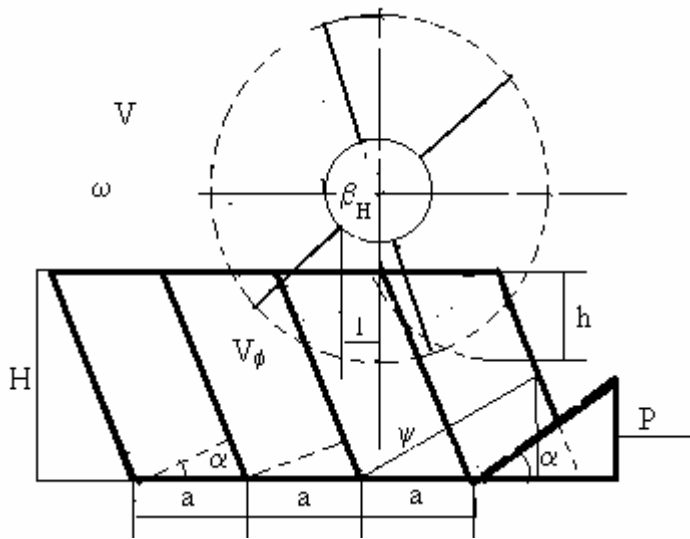
სასოფლო-სამეურნეო ტექნოლოგიებისა და ტექნიკური საშუალებების განვითარების თანამედროვე მსოფლიო ტენდენციები განსაზღვრავს, რომ სასოფლო-სამეურნეო პროდუქტების ენერგოშემცველობის შემცირება მიიღწევა ტექნოლოგიური პროცესების შეთანწყობით, ბლოკ-მოდულურ პრინციპზე აგებ-ული ადაპტური, კომბინირებული მანქანების საშუალებით. ნიადაგდამუშავების დარგში თანამედროვე მაღალი ტექნოლოგიები ითვალისწინებს ისეთი კომბინირებული მანქანების გამოყენებას, რომლებიც ერთი გავლით ასრულებენ თესვისწინა დამუშავების, სასუქების შეტანის, თესვის და მოტკეპნის ციკლის სამუშაოებს. ასეთ მანქანებში ძირითადი და საბოლოო დამუშავებისათვის მუშა ორგანოებად გამოყენებულია გამაფხვიერებელი თათები და ფრეზული დოლები. ასეთი აქტიური და პასიური მუშა ორგანოების შეთანწყობისათვის აუცილებელია ისეთი თეორიული გათვლების ჩატარება, რომლების მიხედვით გაანგარიშებული კონსტრუქციული და საექსპლუატაციო პარამეტრები უზრუნველყოფენ ენერგიის ხარჯის შემცირებასა და ნიადაგის დამუშავების ხარისხის გაუმჯობესებას. მიუხედავად იმისა, რომ არსებობს სხვადასხვა ფორმის მუშა ორგანოები, მათ მიერ ნიადაგის მსხვრევით დამუშავება დაიყვანება სოლის მოქმედების მარტივ სქემაზე [10]. სოლის მუშაობის საკითხის გადაწყვეტა კი მხოლოდ დრეკადობის თეორიის გამოყენებითაა შესაძლებელი.

პასიური მუშა ორგანოებით ნიადაგის მსხვრევის პროცესი შეიძლება წარმოვიდგინოთ შემდეგი სახით (სურ. 4.3), სოლი ჩაიწნება მასალაში ცვლადი დაწნევით. თავიდან ეს დაწნევა ნულის ტოლია და შემდეგ თანდათანობით იზრდება. სოლის ნიადაგში რაღაც მანძილზე ჩაღრმავებასთან ერთად კუმშვის წინააღმდეგობა იზრდება იმ ზღვრამდე, რომელიც საკმარისია ნიადაგის ელემენტის რაღაც ირიბი კუთხით ასახლეჩად. ახლეჩვის შემდეგ ელემენტი აც-ურდება ახლეჩვის სიბრტყესა და სოლის მუშა ზედაპირზე. შემდგომ ეს პროცესი მეორდება და მიიღება ერთმანეთის მიმართ დამრული ბელტები. ეს ბელტები შემდეგ მუშავდება სხვადასხვა მუშა ორგანოებით. აგროტექნიკური მოთხოვნებით



სურ. 4.3. პასიური მეშა ორგანოებით ნიადაგის დამსხვრევის მექანიზმი

დასაშვები მსხვრევის ხარისხის მისაღებად. ტრადიციული ტექნოლოგიით დამატებითი დამუშავება ტარდება როგორც დამოუკიდებელი ოპერაცია. რესურსდამზოგი ტექნოლოგიის დროს ორივე ოპერაცია ტარდება ერთდროულად, ამასთან ბელტების დამატებითი დამუშავება ტარდება როტაციული მეშა ორგანოებით. გამაფხვიერებელი თათისა და ფრეზული დოლის ერთდროული ზემოქმედება ნიადაგზე წარმოდგენილია სურ. 4.4-ზე. ეს მეშა



სურ. 4.4 ოპერაციების შერწყმის დროს პასიური და აქტიური მეშა ორგანოებით ნიადაგის დამსხვრევის მექანიზმი.

ორგანოები ჩარჩოზე მაგრდებათ ერთმანეთის მიმართ აცდენილი კუთხით. თათი ყენდება საჭირო სიღრმეზე, ფრეზი კი აფხვიერებს ნიადაგს შედარებით ნაკლებ, ჩათესვის h სიღრმეზე. თათი, გაივლის რა ნიადაგში, მის გარკვეულ მოცულობაში ქმნის დაძაბულ მდგომარეობას. თათის შემდგომი გადაადგილება a მანძილზე ხელს უწყობს ახლეჩვის ბზარის წარმოქმნას და გავრცელებას. თუ ფრეზული დოლის დანებით

ვიმოქმედებთ წინასწარ დაძაბულ ბელტზე, მაშინ ბზარების მაქსიმალური რაოდენობა წარმოიქმნება, ხოლო ენერგოდანახარჯები იქნება მინიმალური. განვსაზღვროთ აქტიური და პასიური მუშა ორგანოების ოპტიმ-ალური ურთიერთ განლაგება, ანუ მოყვანილი პირობებიდან გამომდინარე მანძი-ლი ფრეზული დოლის ბრუნვის ღერძსა და გამაფხვიერებელი თათის წვერს შორის.

გამაფხვიერებელი თათის გადაადგილების მანძილი a , რომლის დროსაც კუმშვის დაძაბულობა იზრდება ახლეჩვის ზღვრულ მნიშვნელობამდე, იანგარი-შება გამოსახულებით [10]

$$a = \frac{H \cos \varphi \sin^2 \left(\frac{90 - \varphi_1}{2} \right) \cos \left(\frac{\varphi + \varphi_1 - \alpha}{2} \right)}{\cos^2 \left(\frac{\alpha + \varphi + \varphi_1}{2} \right)}, \quad ($$

სადაც: α - თათის კვლის ძირის მიმართ დახრის კუთხეა;

YH - გაფხვიერების სიღრმეა;

φ - ანათალის თათის მუშა ზედაპირზე (სოლის) ხახუნის კუთხეა;

φ_1 - გადაცურების დროს შინაგანი ხახუნის კუთხეა.

ელემენტის ახლეჩვის კუთხე აგრეთვე განისაზღვრება ცნობილი გამოსახულებით [10]

$$\psi = 90^\circ - \frac{\alpha + \varphi + \varphi_1}{2} \quad (4.19)$$

მარტივი გეომეტრიული დამოკიდებულების გამოყენებით (სურ.4.2)

$$R \sin \beta_H = H \operatorname{ctg} \psi + \ell \quad (4.20)$$

განვსაზღვროთ მანძილი ფრეზული დოლის ბრუნვუს ღერძსა და გამაფხვიერებელი თათის წვერს შორის:

$$\ell = R \sin \beta_H - H \operatorname{ctg} \psi \quad (4.21)$$

სადაც R - ფრეზული დოლის რადიუსია; β_H ჭრის საწყისი კუთხეა და განისაზღვრება გამოსახულებით:

$$\beta_H = \arccos \left(1 - \frac{h}{R} \right) \quad (4.22)$$

სადაც: h - დამუშავების სიღრმეა.

ნიადაგის ორფენოვანი დამუშავების მოტობლოკური აგრეგატის პროექტირების შემდეგ ჩატარებული თეორიული გათვლების შედეგებისა და საპროექტო მონაცემების მიხედვით ვიანგარიშით ამ აგრეგატის საექსპლუატაციო და რეჟიმული პარამეტრები.

(4.17) ფორმულაში შემავალი სიდიდეები შევარჩიოთ საპროექტო მონაცემების მიხედვით: $\rho = 1600 \text{ კგ/მ}^3$; $\sigma_{\text{np}} = 0,4 \cdot 10^6 \text{ ნ/მ}^2$; $E = 2 \cdot 10^6 \text{ ნ/მ}^2$; $\lambda_a = 0,12 \text{ მ}$; $b = 0,1 \text{ მ}$; $R = 25 \text{ მ}$; $R\varphi = 0,155 \text{ მ}$; $I = 0,017 \text{ კგ}\cdot\text{მ}^2$; $z = 6$; $k = 6$. (4.14) ფორმულის მიხედვით:

$$V_\phi = \sqrt{\frac{(0,410^6)^{\frac{5}{3}} (0,017 \cdot 3 \cdot 4 + 2 \cdot 3,14 \cdot (0,155)^3 1600 \cdot 0,08 \cdot 0,7) (0,08 \cdot 0,7)^{\frac{2}{3}}}{(5,23)^{\frac{5}{3}} (2 \cdot 10^6)^{\frac{2}{3}} (25 \cdot 10^{-6})^{\frac{1}{3}} 0,017 \cdot 0,155 \cdot 1600 \cdot \frac{10}{9} \cdot 4^{\frac{5}{3}}}} = \sqrt{\frac{1266016760}{131110437}} = \sqrt{9,65} = 3,1$$

$$PV_\phi = 3,1 \text{ მ/წმ}$$

გაანგარიშებული კრიტიკული სიჩქარის მიხედვით ვანგარიშობთ დარტყმითი ჭრის ძალის მაქსიმალურ მნიშვნელობას (4.14) ფორმულის მიხედვით:

$$P_{\text{max}} = 5,23 \cdot (2 \cdot 10^6)^{\frac{2}{5}} (25 \cdot 10^{-6})^{\frac{1}{5}} \cdot \left[\frac{0,017 \cdot 0,155 \cdot 1600 \cdot 1,51^2 \cdot \frac{10}{9} \cdot 0,08 \cdot 0,7}{0,017 \cdot 3 \cdot 4 + 2 \cdot 3,14 (0,155)^3 1600 \cdot 0,08 \cdot 0,7} \right]^{\frac{3}{5}} 4 = 932$$

$$P_{\text{max}} = 932 \text{ ნ.}$$

ტექნოლოგიური დარტყმითი ჭრისათვის აუცილებელი სიმძლავრე ტოლია

$$N = P_{\text{max}} \cdot V_\phi = 932 \cdot 3,1 = 2889 \text{ ვტ} \approx 2,9 \text{ კვტ.}$$

ფრეზული დოლის შემოთავაზებული კონსტრუქციული პარამეტრებია: დოლის რადიუსი $R = 0,155 \text{ მ}$; $z = 4$; $\alpha = 20^\circ$; $H = 0,2 \text{ მ}$; $\varphi = 30^\circ$; $\varphi_1 = 45^\circ$. ამ მონაცემების (4.18) ფორმულაში ჩასმით მივიღებთ, რომ მანძილი ფრეზული დოლის ბრუნვის ღერძიდან გამაფხვიერებელი თათის წვერამდე $a = 0,072 \text{ მ}$. კინემატიკური პარამეტრი

$$\lambda = \frac{2,3,14 \cdot 0,125}{4 \cdot 0,072} = 2,72$$

ზემოთ მოყვანილი გაანგარიშებით $V_\phi = 3,1 \text{ მ/წმ}$, მაშინ აგრეგატის გადატანითი მოძრაობის სიჩქარე $V_a = V_\phi / \lambda = 3,1 / 2,72 = 1,13 \text{ მ/წმ}$; დოლის ბრუნვის სიხშირე:

$$n = \frac{30V_{\varphi}}{\pi R} = \frac{30,3,1}{3,14,0,155} = 191 \text{ wm}^{-1}$$

ჭრის საწყისი კუთხე იანგარიშება 4.22 ფორმულის მიხედვით:

$$\beta_H = \arccos\left(1 - \frac{0,2}{0,155}\right) = 78^{\circ} \text{ ,}$$

ხოლო ფრეზის დოლის ბრუნვის ღერძი გამაფხვიერებელი თათის წვერის წინ გადაწეული უნდა იყოს მანძილზე:

$$\ell = 0,125 \sin 78^{\circ} - 0,2 \operatorname{ctg}(-5^{\circ}) = -0,095 \text{ m.}$$

4.3. ნიადაგის ორფენოვანი დამუშავების მოტობლოკიანი აგრეგატის კონსტრუქცია და მუშაობის პრინციპი

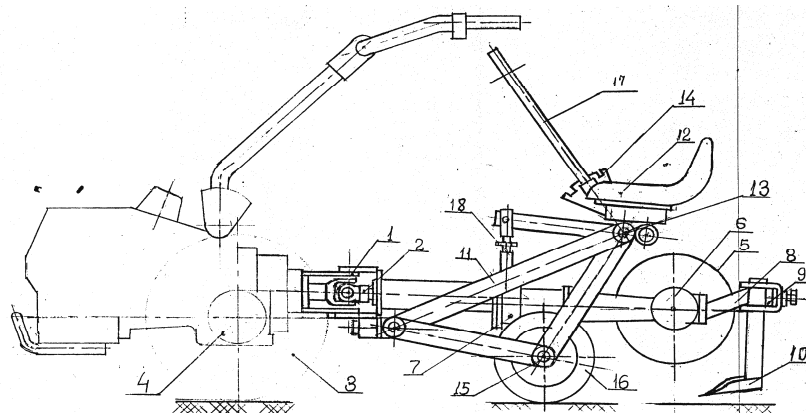
ერთი გავლით ნიადაგის ორფენოვნად დამამუშავებელი მოტობლოკიანი აგრეგატის კონსტრუქცია ითვალისწინებს აქტიური – ფრეზული დოლი და პასიური – გამაფხვიერებელი თათები მუშა ორგანოების შეთანაწყობას. პასიური წვერის მოტობლოკიანი ნიადაგდამამუშავებელი აგრეგატის შემთხვევაში, ჩაჭიდების წონის უკმარისობის გამო, ძრავის სიმძლავრის ეფექტურად გამოყენება არ ხდება, ამიტომ ტექნოლოგიური პროცესი ვერ სრულდება. პასიური და აქტიური პრინციპით მომუშავე ნიადაგდამამუშავებელი მუშა ორგანოების ერთდრო-ული გამოყენება კი ძრავის მაქსიმალურად დატვირთვის, აქტიური მუშა ორგანოს საშუალებით ნიადაგის ჩათესვის სიღრმეზე წვრილმარცვლოვანი, ხოლო ჩიზელის ტიპის პასიური მუშა ორგანოთი ქვედა ფენის მსხვილგროხოვანი დამუშავების საშუალებას იძლევა. აგრეგატში წინ განლაგებული დანებიანი როტორით ნიადაგის ზედა ფენის დამუშავების დროს წარმოშობილი დამატებითი გამწევი ძალა და ჩიზელის გაფხვიერებულ ზონაში მუშაობა საშუალებას იძლევა ტექნო-ლოგიის სრულყოფილად შესასრულებლად.

აგრეგატი შედგება მოტობლოკ «სუპერ-610»-ისა და საჯდომროტორიანი კომბინირებული ნიადაგდამამუშავებელი მანქანისაგან სურ. 4.5. მოტობლოკის დაკავშირება მანქანასთან ხდება ტახვადი ჩარჩოსა /1/ და კარდანული გადაცემის /2/ საშუალებით.

მოტობლოკის წევითი თვისებების გაუმჯობესებისათვის მოტობლოკის თვლებზე /3/ დამაგრებულია სერიული ტვირთები /4/ და შემოკრულია ჩვენს მიერ დამზადებული

ნიადაგამჭიდები, რაც წამყვანი თვლების 40%-ით ბუქსაობის შემთხვევაში კაკვურ წევის ძალას 1200 ნ-მდე გაზრდის.

ნიადაგდამამუშავებელი მანქანა შედგენილია იმავე მოტობლოკის ფრეზიდან აღებული დანებიანი როტორის /5/, კონიური რედუქტორის /6/, მასზე შემაგრებული კულტივატორის განივ ძელზე დამაგრებული ჩიზელის ტიპის მუშა ორ-განოებისა /9/ და კარკასული ტიპის ჩარჩოსაგან. როტორის ბრუნვის სიხშირის 290 ბრ/წთ-დან 140 ბრ/წთ-მდე შემცირებისათვის ტრანსმისიაში ჩართულია შიგა მოდებია მქონე ცილინდრული გადაცემა /7/.



სურ. 4.5. ნიადაგის ორფენოვანი დამუშავების აგრეგატი ტეხვადი ჩარჩოთი მოტობლოკ «სუპერ – 600»-ის ბაზაზე

კონუსური გადაცემის რედუქტორზე დამაგრებული კრონშტეინის /8/ დაბოლოვებაზე მაგრდება ამავე მოტობლოკის კულტივატორის განივი ძელი /9/ და ჩიზელის ტიპის გამაფხვიერებელი თათები /10/, მუშა ორგანოების დამაგრების კონსტრუქცია მათ შორის მანძილის და დამუშავების სიღრმის ცვლილების საშუალებას იძლევა. დამზადებულია ჩიზელის ტიპის სამი მუშა ორგანო 30 მმ სიგანის მქონე სატეხით და ერთი მუშა ორგანო 45 მმ- სიგანის სატეხით. სატეხის დგარა მზადდება ზოლოვანი ფოლადისაგან 10X30.

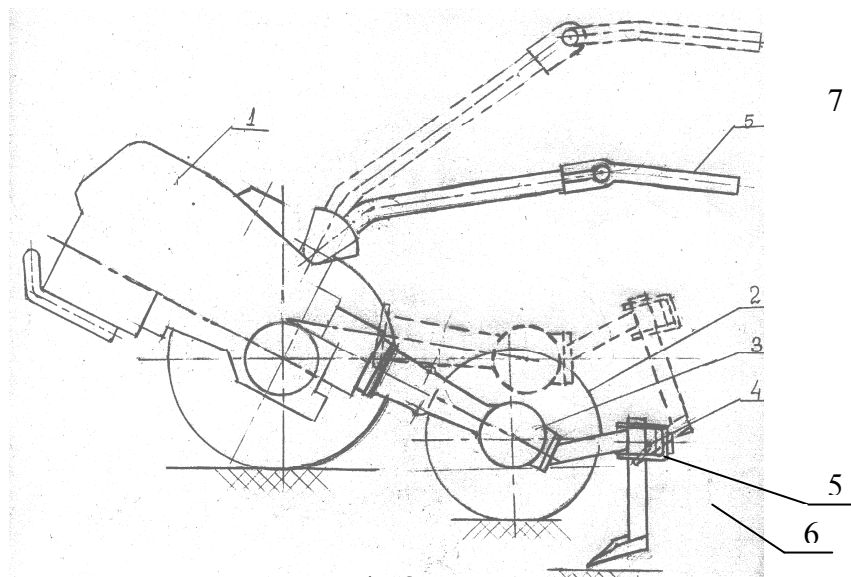
ნიადაგდამამუშავებელი მანქანის კარკასული ტიპის ჩარჩო შედგება მარჯვენა და მარცხენა სამკუთხედებისაგან /11/. სამკუთხედების წინა წვეროები სახსრულად მიერთებულია ტეხვადი ჩარჩოს მიმყოლ ნახევარზე. ზედა ნაწილზე მაგრდება სავარძელი /12/, მართვის ბერკეტის ღერძი /13/ და ბერკეტის მდებარეობის მაფიქსირებელი სექტორი /14/. სამკუთხედების ქვედა სახსრებში /15/ მაგრდება საყრდენი თვლების /16/ ღერძი. მუშა ორგანოების სატრანსპორტო მდგომარეობაში

გადაყვანა და ფიქსაცია ხორციელდება ბერკეტით /17/. ნიადაგის დამუშავების სასურველი სიღრმის რეგულირებისათვის ტრანსმისიის კორპუსსა და მართვის მექანიზმს შორის ჩართულია ცვალებადი სიგრძის წევა /18/.

მუშა ორგანოების ნიადაგში ჩაღრმავების მიზნით გამოყენებულია ოპერატორის წონა. მართვის ბერკეტის /17/ განთავისუფლების შემდეგ, ოპერატორის წონის გავლენით, მუშა ორგანოები დაღრმავდება მანამ, სანამ საყრდენი თვლები არ შეეხება ნიადაგის ზედაპირს. აქედან გამომდინარე ნიადაგის დამუშავების სიღრმე დამოკიდებული აღარ იქნება რელიეფის პროფილის ცვლაზე.

აგრეგატის მართვის გაიოლებისა და ოპერატორის შრომის პირობების გაუმჯობესების მიზნით გამოყენებულმა მექანიზმებმა მნიშვნელოვნად გაართულა აგრეგატის კონსტრუქცია. ჩატარებული კვლევითი და საპროექტო სამუშაოებით დადგინდა, რომ ხელით სამართავი ბერკეტის მექანიზმისა და საერთოდ აგრეგატის მართვა მჯდომარე ოპერატორის მიერ პრაქტიკულად შეუძლებელია, ამასთან მისი მასის გაზრდის გამო მნიშვნელოვნად იზრდება საჭირო წევის ძალა, ე.ი. მოტობლოკის ძრავის საჭირო სიმძლავრე. ცდებით დადასტურებულმა ამ მოსაზრებამ განაპირობა ყურადღების გამახვილება საკიდროტორიან ნიადაგის ორფენოვანი დამუშავების აგრეგატზე.

ნიადაგის ორფენოვანი დამუშავების საკიდროტორიანი კომბინირებული აგრეგატი სურ. 4.6. შედგება მოტობლოკ «სუპერ-610»-ზე /1/ ხისტად დამაგრებული «მ-21» /2/ ფრეზისაგან.



სურ. 4.6. ნიადაგის ორფენოვანი დამუშავების კომბინირებული საკიდი აგრეგატი.

ფრეზის კონუსური რედუქტორის /3/ კორპუსზე დამგრებულია ამავე მოტობლოკის კულტივატორის განივი ძელი /4/ სპეციალური კრონშტეინის /5/ საშუალებით. განივ ძელზე ავჯანდების საშუალებით მაგრდება ერთი ან ორი გამაფხვიერებელი თათი /6/. მოტობლოკის წვევის ძალის გაზრდისათვის გამოყენებულია საბალასტო ტვირთები და ნიადაგჩამჭიდები. მუშა პროცესის შესრულების დროს ოპერატორი ფეხით მისდევს აგრეგატს და მას შეუძლია მოტობლოკის მართვის სახელურებზე ზემოქმედებით მუშა ორგანოები დააღრმავოს ნიადაგში ან ამოაღრმავოს ისინი ნიადაგიდან. მას შეუძლია საკუთარი მასაც გამოიყენოს მუშა ორგანოების საჭირო სიღრმეზე დასაღრმავებლად და გადაადგილებისათვის კრიტიკულ მომენტში აგრეგატზე ზემოქმედებისათვის.

დასკვნები მეოთხე თავზე

1. მცირე ფერმერულ მეურნეობაში ოპტიმალური ენერჯის წყაროს წარმოადგენს 2 კნ წვევის კლსის ტრაქტორი, მოტობლოკები და მოტოკულტივატორები;
2. რაციონალური მანქანური მაღალი ტექნოლოგიების შესრულების დროს უპირატესობა ენიჭება კომბინირებულ აგრეგატებს;
3. ნიადაგის ძირითადი და თესვისწინა დამუშავების დროს მცირე ფერმერულ მეურნეობაში მიზანშეწონილია ნიადაგის ორფენოვანი დამუშავების ჩვენს მიერ შემოთავაზებული მოტობლოკური აგრეგატის გამოყენება;
4. ორფენოვანი დამუშავების აგრეგატში აქტიური და პასიური მუშა ორგანოების გამოყენების უპირატესობას ადასტურებს თეორიული გაანგარიშება.
5. დარტყმის თეორიისა და რეოლოგიის ელემენტების გამოყენებით გამოყვანილია კომბინირებული ნიადაგდამამუშავებელი აგრეგატის გეომეტ-რიული, კინემატიკური, ძალური და ენერგეტიკული პარამეტრების საანგარიშო ფორმულები.

თავი V

მოდერნიზებული მუშა ორგანოების ექსპერიმენტალური კვლევა

5.1. ექსპერიმენტალური კვლევის პროგრამა

ტექნოლოგიაში გათვალისწინებულია მოტობლოკური აგრეგატის გამოყენება ნიადაგის ძირითადი დამუშავებისათვის. ჩვენს მიერ შემოთავაზებული აგრეგატი გამორიცხავს რა ხვნისა და ნიადაგის გადაბრუნების პროცესებს, ერთდროულად ამუშავებს ნიადაგის ორ ფენას – პირველი – დამუშავება მოდების მთელ სიგანეზე ჩათესვის სიღრმეზე და მეორე – ნიადაგის გაფხვიერება 18-20 სმ. სიღრმეზე. როგორც მანქანის კონსტრუქციის განხილვის დროს აღვნიშნეთ ნიადაგის ორფენოვანი დამუშავებისათვის გამოყენებულია აქტიური და პასიური მუშა ორგანოები: აქტიური – ფრეზული კულტივატორი – ჩათესვის სიღრმეზე გასაფხვიერებლად და პასიური – გამაფხვიერებელი თათები. დანიშნულებიდან გამომდინარე ექსპერიმენტალური კვლევის მეთოდოლოგია ითვალისწინებს:

1. ექსპერიმენტის რაციონალურ დაგეგმვას;
2. ექსპერიმენტული ნაკვეთის ფიზიკო-მექანიკურ და ბიოლოგიურ დახასიათებას;
3. დამუშავების ოპტიმალური პარამეტრების განსაზღვრას (დამუშავების სიღრმე, მოდების განი, ნიადაგის გაფხვიერების ხარისხი ფენების მიხედვით, სარეველების მოჭრის ხარისხი);
4. ორფენოვანი დამუშავების აგრეგატის საექსპლუატაციო მაჩვენებლების განსაზღვრას (მწარმოებლობა, მუშა სვლების გამოყენების კოეფიციენტი);
5. ნიადაგის ორფენოვანი დამუშავების აგრეგატის ენერგეტიკული მაჩვენებლების განსაზღვრას (აგრეგატის წევის წინაღობა, საჭირო სიმძლავრე, სიჩქარითი რეჟიმი);
6. ოპტიმალური დაგეგმვის თეორიის მიხედვით გასაზომ პარამეტრებს შორის ურთიერთდამოკიდებულების კანონზომიერების დადგენას.

5.2 ექსპერიმენტალური კვლევის მეთოდოლოგია

5.2.1 რაციონალური დაგეგმვის მეთოდოლოგია

შემთხვევითი პროცესების სტატისტიკური მახასიათებლები საშუალებას იძლევა შედარებით ზუსტად განვსაზღვროთ მოქმედი ფაქტორების გავლენა პროცესის ცალკეულ რეალიზაციებზე.

ვ. ნალიმოვის [49] მიერ ჩატარებულ გამოკვლევათა საფუძველზე დამუშავებულია ექსტრემალური ექსპერიმენტის დაგეგმვის თეორია, რომელიც საშუალებას იძლევა მივიღოთ პროცესის მათემატიკური მოდელი, ე.ი. დავამყაროთ ფუნქციონალური დამოკიდებულება ოპერატორის გამომავალ პარამეტრებსა და შემავალ ფაქტორებს შორის. შესასწავლი მოვლენის მექანიზმის არასრული ცოდნის პირობებშიც კი მათემატიკური მოდელი საშუალებას აძლევს მკვლევარს ეტაპობრივად მოახდინოს კვლევის შედეგების ფართო განზოგადება [43].

ექსპერიმენტის დროს ყოველი ფაქტორი ღებულობს სხვადასხვა დისკრეტულ მნიშვნელობას, რომელთაც დონეები ეწოდებათ. ფაქტორთა დონეების გარკვეული სახით დაჯგუფება განსაზღვრავს შესასწავლი პროცესის ერთ გარკვეულ მდგომარეობას, ანუ ექსპერიმენტის ჩატარების ერთ შესაძლო პირობას. თუ დონეთა რაოდენობაა P , ხოლო ფაქტორების რაოდენობა k , მაშინ ექსპერიმენტების საჭირო რაოდენობა იქნება P^k [43]. ექსპერიმენტის ჩატარების დროს განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მივაქციოთ კვლევების მაქსიმალურად მცირე დროში ჩატარებას, ისე რომ გამოვრიცხოთ კვლევის შედეგებზე ისეთი საერთო ფაქტორების გავლენა როგორცაა ნიადაგის სიმკვრივე და ტენიანობა. „წმინდა“ [75] ექსპერიმენტების ჩატარების დროს, როდესაც ერთი პარამეტრის ცვლილების დროს სხვა პარამეტრები ფიქსირებულია, საჭიროა ექსპერიმენტების ისეთი რაოდენობა, რომელთა ჩატარება მოითხოვს დროის ისეთ მონაკვეთს, რომელიც შეიძლება ერთ სეზონშიც არ ჩაეტოს. აქედან გამომდინარე, საჭიროა ვისარ-გებლოთ ექსპერიმენტის დაგეგმვის ისეთი მეთოდით, რომელიც საშუალებას მოგვცემს გარემოსა და მანქანის მახასიათებელი ფაქტორები ისე ვცვალოთ, რომ ისინი ერთნაირ გავლენას ახდენდეს ყველა პარამეტრის მნიშვნელობაზე. ამის საშუალებას კი მოგვცემს ექსპერიმენტების დაგეგმვის რაციონალური მეთოდიკა, რომელიც ითვალისწინებს საკვლევი პარამეტრების ერთდროულ ცვლილებას ერთი ექსპერიმენტის პირობებში.

ექსპერიმენტის რაციონალური დაგეგმვის მეთოდი ითვალისწინებს ექსპერიმენტული ნაკვეთების, კვლევის ობიექტების მოქმედი პარამეტრებისა და შედეგების ფიქსირების ისეთი ტექნიკის შერჩევას, რომლებიც უზრუნველყოფენ ყველა მოქმედი ფაქტორის მოქმედების ფიქსირებას საბოლოო შედეგზე. რაციონალური დაგეგმვა ითვალისწინებს მოქმედი ფაქტორების კომპლექსურ ცვლილებას ერთი ექსპერიმენტის (შემთხვევითი პროცესის) პირობებში.

ექსპერიმენტის საბოლოო მიზანია დადგინდეს მოქმედი ფაქტორების ექსპერიმენტის შედეგებზე გავლენის ფუნქციონალური დამოკიდებულება.

რაციონალური დაგეგმარების დროს ყველა შესაძლო „წმინდა“ ექსპერიმენტებიდან უნდა შეირჩეს ის, რომელშიც მოქმედი ფაქტორების შერწყმა გვხვდება მხოლოდ ერთხელ. ე.ი. ყველა ცალკეული ექსპერიმენტი წარმოადგენს მოქმედი ფაქტორების მნიშვნელობების შეთანწყობის ერთადერთ, განუმეორებელ ვარიანტს. ამ დროს გამოირიცხება ფაქტორების ფიქსაციის საჭიროება და აგრეგატის ერთიდაიგივე რეჟიმების განმეორება.

რაციონალური დაგეგმვის ძირითად ღირსებად ითვლება ის, რომ შემთხვევითი პროცესის ცალკეული რეალიზაციების ერთ-ერთი ფაქტორის მიხედვით დაჯგუფების დროს ხდება დანარჩენი ფაქტორების გავლენის გასაშუალება და მიღებული ფუნქციონალური დამოკიდებულება ასახავს მხოლოდ იმ ფაქტორის მოქმედებას, რომლის მიხედვითაც მოხდა დაჯგუფება. ამ ფუნქციონალური დამოკიდებულების მათემატიკური ფორმულირება წარმოადგენს რაციონალური გეგმის კერძო რეპლიკას. ე.ი. ხ₀ არგუმენტის დამოკიდებულებას ყი – შედეგზე. ე.ი.

$$Y = f(X_i) \quad (5.1)$$

$$(i = 1. 2. 3. i . n)$$

მათემატიკური გარდაქმნების საფუძველზე შესაძლებელია ექსპერიმენტის შედეგის მოქმედ ფაქტორთა კომპლექსის გავლენაზე დამოკიდებულების მათემატიკური ფორმულირება:

$$y = \frac{\sum_{i=1}^n Px_i}{n} \quad (5.2)$$

სადაც: P_{xi} – i - ური ფაქტორის ექსპერიმენტის შედეგზე გავლენის ექსპერიმენტული პოლინომია;

n – რაციონალური დაგეგმვის ექსპერიმენტების რაოდენობაა.

ექსპერიმენტის რაციონალური დაგეგმვის თვისებებიდან გამომდინარე, მისი შედეგის ცალკეული პარამეტრების ერთობლიობასთან დამოკიდებულების მათემატიკური გამოსახულება ამ პარამეტრების ოპტიმიზაციის კრიტერიუმად შეიძლება გამოვიყენოთ.

პრაქტიკაში ცდების ოპტიმალური დაგეგმვის სხვადასხვა მეთოდები გამოიყენება [38, 43, 50, 60, 75], რომელთაგან შევირჩიეთ მრავალფაქტორიანი ექსპერიმენტის დაგეგმის მეთოდი [43].

ექსპერიმენტის ოპტიმალური დაგეგმის დაწყებამდე, იმისათვის, რომ მრავალფაქტორიან სივრცეში ვიპოვოთ ექსპერიმენტების დაწყების ლოკალური არე და შევაფასოთ ფაქტორების განსაზღვრულობის ფარგლები, საჭიროა წინასწარ გვქონდეს გარკვეული ინფორმაცია კვლევის ობიექტზე. ასეთ ინფორმაციად გამოდგება ლიტერატურული წყაროები, კონსტრუქციის ტექნიკური პირობები, მისი საცდელი ეგზემპლარის ლაბორატორული გამოცდის შედეგები, რაც საშუალებას გვაძლევს შევირჩიოთ ფაქტორის ძირითადი დონე, ანუ დონე, სადაც მოქმედ ფაქტორებს აქვთ ყველაზე უკეთესი მნიშვნელობა და ვარირების არე. ვარირების არის ძირითად, ანუ ნულოვან წერტილად აიღება ძირითადი დონე და მის სიმეტრიულად გადახრის ზედა და ქვედა ზღვრული წერტილები. მანძილი ნულოვან დონესა და ზღვრულ წერტილებს შორის იქნება ვარირების ინტერვალი.

5 ნიადაგის ორფენოვანი დამუშავების ტექნოლოგიური პროცესის პირობებში ასეთ ფაქტორებად შეიძლება ჩავთვალოთ აგრეგატის მოძრაობის სიჩქარე, დამუშავების სიღრმე ფენების მიხედვით და აგრეგატის მოდების განი. ვინაიდან აგრეგატის მოდების განი და ფრეზის წრიული სიჩქარე ფიქსირებულია მისი კონსტრუქციით, იგი ცვლად პარამეტრად არ ჩაითვლება და მივიღებთ სამ ფაქტორიან ექსპერიმენტს, რომლის დონეების მახასიათებლები მოცემულია ცხრილში 5.1..

სამფაქტორიანი ექსპერიმენტის ლოკალური არის მახასიათებლების ცხრილი

№	მახასიათებლები	\tilde{x}_1 ფრეზირების სიღმე, სმ	\tilde{x}_2 ჩიხელირ. სიღმე, სმ	\tilde{x}_3 მოძრაობის სიჩქარე, კმ/სთ
1.	ძირითადი დონე	10	20	1,8
2.	ვარიერების ინტერვალი	2	2	0,4
3.	ზედა დონე	12	22	1,4
4.	ქვედა დონე	8	18	2,2

№5.1 ცხრილის მასალების მიხედვით ვიანგარიშებთ კოდირებულ მნიშვნელობებს

$$x_i^b = \frac{\tilde{x}_i - \tilde{x}_0}{I_i} = \frac{12 - 10}{2} = +1$$

$$x_i^d = \frac{\tilde{x}_i'' - \tilde{x}_0''}{I_i} = \frac{8 - 10}{2} = -1$$

(5.3)

ოპტიმალური დაგეგმით გათვალისწინებული ექსპერიმენტების რაოდენობა:

$$N = 2^3 = 8$$

(5.4)

სადაც: 2 - დონეთა რაოდენობაა და 3 – ფაქტორების რაოდენობა.

შესაბამისად ექსპერიმენტის ოპტიმალური გეგმა მოცემულია ცხრილ 5.2-ში

ცხრილი 5.2

ექსპერიმენტის ოპტიმალური გეგმა

ცდის №	x_1	x_2	x_3	აღნიშვნა	შედეგი
1	-	-	+	c	Y ₁
2	-	+	-	b	Y ₂
3	+	-	-	a	Y ₃
4	+	+	+	abc	Y ₄
5	-	-	-	(1)	Y ₅
6	-	+	+	bc	Y ₆
7	+	-	+	ac	Y ₇
8	+	+	-	ab	Y ₈

დაგეგმვის მატრიცას, თვით მისი აგების წესიდან გამომდინარე, აქვს თვისებები, რომლებიც განაპირობებენ მიღებული მათემატიკური მოდელის ოპტიმალურ თვისებებს. პირველი: - ექსპერიმენტის ცენტრის მიმართ სიმეტრიულობის თვისება, ყოველი ფაქტორ-სვეტის ელემენტების ალგებ-რული ჯამი ნულის ტოლია

ე.ი. $\sum_1^N x_{ij} = 0$. და მეორე – ნორმირების პირობა, ყოველი სვეტის ელემენტების კვადრატების ჯამი ექსპერიმენტების რიცხვის ტოლია ე.ი. $\sum_{i=1}^N x_{ij}^2 = N$, სადაც j – ფაქტორების ნომერია.

ექსპერიმენტის მიზანია განისაზღვროს წრფივი მოდელის კოეფიციენტები და შემდეგ შემოწმდეს მათი საიმედოობა და სიზუსტე, რისთვისაც გამოიყენება უმცირეს კვადრატთა მეთოდი, რომლის მიხედვითაც:

$$b_0 = \frac{\sum_{i=1}^N y_i \sum_{i=1}^N x_{ij}^2 - \sum_{i=1}^N y_i x_{ij} \sum_{i=1}^N x_{ij}}{N \sum_{i=1}^N x_{ij}^2 - \left(\sum_{i=1}^N x_{ij} \right)^2} \quad (5.5)$$

$$b_j = \frac{N \sum_{i=1}^N y_i x_{ij} - \sum_{i=1}^N y_i x_{ij} \sum_{i=1}^N x_{ij}}{N \sum_{i=1}^N x_{ij}^2 - \left(\sum_{i=1}^N x_{ij} \right)^2} \quad (5.6)$$

დაგვემვის მატრიცის ზემოთ მოყვანილი თვისებებიდან გამომდინარე 5.5 და 5.6 ფორმულები გამარტივების შემდეგ მიიღებენ შემდეგ სახეს:

$$b_0 = \frac{\sum_{i=1}^N y_i}{N} \quad (5.7)$$

$$b_j = \frac{\sum_{i=1}^N y_i x_{ij}}{N} \quad (5.8)$$

5.2.2 ექსპერიმენტალური ნაკვეთის ფიზიკურ-მექანიკური და

ბიოლოგიური დახასიათება

ექსპერიმენტული ნაკვეთის ფიზიკურ-მექანიკური და ბიოლოგიური დახასიათება მოიცავს ნაკვეთის გამოკვლევის პროცესს, მიკრო და მაკრო რელიეფის მახასიათებლების, ნიადაგის სიმკვრივისა, ტენიანობის და დასარეველიანების პროცენტის განსაზღვრას.

სიმკვრივე განისაზღვრება ნიადაგის უნარით წინააღმდეგობა გაუწიოს სიმკვრივის მზომის ბუნჯის ჩაწნეხვას განიკვეთის ერთეულ ფართზე. სიმკვრივის

საშუალო მნიშვნელობა განისაზღვრება სიმკვრივის მზომის დიაგრამის ორდინატის საშუალო მნიშვნელობით

$$P = \frac{hq}{f} \quad (5.9)$$

სადაც: P – ნიადაგის სიმკვრივეა, ნ/მ²;²

h – სიმკვრივის დიაგრამის საშუალო ორდინატა, მ.;

q – მზომი ელემენტის ტარირების მასშტაბია, ნ/მ²;²

f – ბუნის განიკვეთის ფართობია, მ².

გაზომვის სიზუსტე 0,005 ნ/მ².²

ტენიანობა იზომება სინჯში შემავალი წყლის წონის ფარდობით სინჯის საერთო წონასთან. აღნიშნული წონები განისაზღვრება სინჯის გამოშრობით 105°C 8 საათის განმავლობაში. შემდგომში დამატებითი გამოშრობით იმავე ტემპერატურაზე ერთი საათის განმავლობაში.

$$W = \frac{q - q''}{q} 100 \% \quad (5.10)$$

სადაც: q – სინჯის წონაა გრამებში;

q'' – მშრალი სინჯის წონაა გრამებში.

გაზომვის სიზუსტე 0,001 გრ.

5.2.3. ორფენოვანი დამუშავების ტექნოლოგიური პროცესის აგროტექნიკური

მაჩვენებლების განსაზღვრა

ორფენოვანი დამუშავების ტექნოლოგიური პროცესის აგროტექნიკური მაჩვენებლებიდან ექსპერიმენტის დროს ფასდება დამუშავების სიღრმე, სარეველების მოჭრის ხარისხი, გაფხვიერების ხარისხი ორივე ფენაში და მოდების განი.

აგრეგატის გამოცდა ტარდება აგროტექნიკურ ვადებში. გამოცდის დაწ-ყების წინ უნდა შემოწმდეს მანქანის ტექნიკური მდგომარეობა. ჩატარდეს ძირი-თადი მახასიათებელი პარამეტრების რეგულირება და შემოწმდეს მანქანის მიერ აგროტექნიკური მოთხოვნების შესრულების შესაძლებლობა. ნაკვეთზე უნდა გამოიყოს ექსპერიმენტის ჩატარების ზოლი, რომლის სიგანე უნდა აღემატებოდეს აგრეგატის

მოდების ორმაგ განს, უნდა მოინიშნოს მისი მოძრაობის მიმართულება, ცდის ჩატარების მანძილის საწყისი და ბოლო წერტილები. გაიზომოს ნაკვეთის ტენიანობა, სიმკვრივე და დასარეველიანების ხარისხი. 5.2 პარაგრაფში მოყვანილი მეთოდის მიხედვით ცდა ტარდება აგრეგატის მუშაობის დამყარებული რეჟიმის პირობებში, რისთვისაც ათვლის ზოლის დასაწყისში უნდა გავითვალისწინოთ აგრეგატის მოძრაობის სიჩქარის დამყარების მანძილი, ხოლო ბოლოში აგრეგატის გამოსვლის მანძილი. ათვლის ზოლის სიგრძე აიღება 20 – 30 მეტრი.

დამუშავების სიღრმე განისაზღვრება ცეცის საშუალებით. დამუშავების სიღრმე იზომება ყველა მუშა ორგანოსათვის ინტერვალით 0,5 მ. მინიმუმ 25 წერტილში მოძრაობის მიმართულებით. გაზომვის სიზუსტე 1 სმ. დამუშავების სიღრმის მონაცემები მუშავდება მათემატიკური სტატისტიკის მეთოდით.

დამუშავების სიღრმის საშუალო არითმეტიკული მნიშვნელობა

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \quad (5.11)$$

საშუალო კვადრატული გადახრა

$$\sigma = \pm \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}} \quad (5.12)$$

ვარიაციის კოეფიციენტი

$$V = \frac{100\sigma}{\bar{x}} \% \quad (5.13)$$

სადაც: x_i – დამუშავების სიღრმის მიმდინარე მნიშვნელობებია;

n – გაზომვათა რაოდენობა.

სარეველების მოჭრის ხარისხი განისაზღვრება იმავე ადგილებში, სადაც გაიზომა ნაკვეთის დასარეველიანება. გაზომვა ტარდება ექვსჯერადი განმეორებით, სამი მოძრაობის ზოლში წინ და სამი მოძრაობის ზოლში უკან. ათვლის მონაკვეთის სიგანე უნდა ემთხვეოდეს აგრეგატის მოდების განს, სიგრძე კი უნდა იყოს 0,5 მეტრის ტოლი. ათვლის დროს საცდელი დანაყოფიდან უნდა აიკრიფოს მოჭრილი სარეველები და დაითვალოს ნაკვეთზე დარჩენილი მოუჭრელი სარეველები.

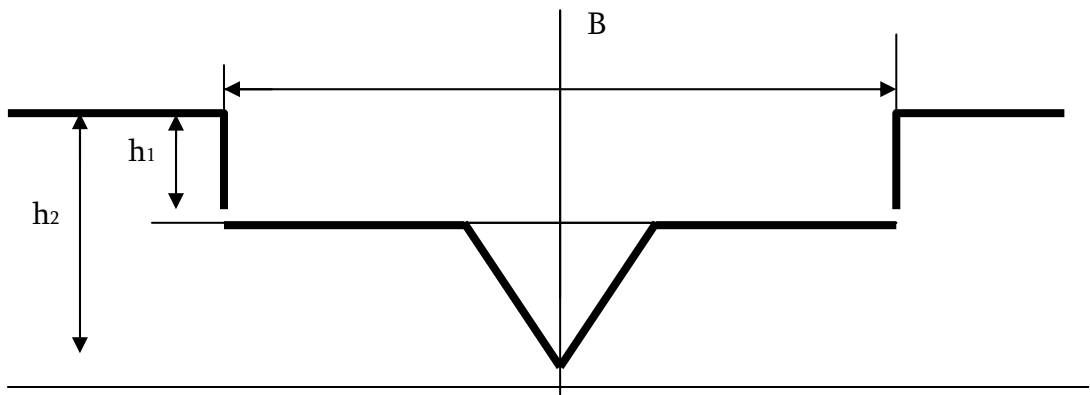
სარეველების მოჭრის ხარისხი იანგარიშება გამოსახულებით:

$$K = \frac{n - n_1}{n} 100 \quad (5.14)$$

სადაც: n – სარეველების რაოდენობაა საცდელ გავლამდე;

n_1 – მოუჭრელი სარეველების რაოდენობა.

გაფხვიერების ხარისხი გაიზომება საცდელ მონაკვეთში, რომლის ფართობია 0,25 მ², მონაკვეთის სიგანე უნდა ემთხვეოდეს აგრეგატის მოდების განს. გაფხვიერების ხარისხი უნდა შემოწმდეს დამუშავების ორივე ფენაში, ამი-სათვის ნიმუში უნდა ამოვიღოთ საცდელი ნაკვეთიდან ჯერ ფრეზით დამუშავებულ ზონაში და შემდეგ დამაღრმავებლის მოქმედების ზონაში.



სურ. 5.1 საცდელი მონაკვეთის განივი ჭრილი

ფრეზით დამუშავებული ფენის ნიმუში უნდა გატარდეს ცხრილების წყობილში, ზომებით 100, 100 -÷50, 50 -÷25, 25 -÷10, 10÷- 1, მმ². უნდა აიწონოს ყველა ფრაქცია 1მმ²-ს ქვევით ჩათვლით.

გაფხვიერება მეორე ზონაში განისაზღვრება ფრაქციებად 100 -÷50, 50÷- 25, 25 -÷10 და 10მმ²-ს ქვევით. ნიმუში უნდა ავიღოთ იმ ზონაში, სადაც გრუნტში ვიზუალურად შეიმჩნევა მუშა ორგანოს მიერ წარმოშობილი ბზარები. გაზომვის სიზუსტე 0,001კგ. ფრაქციების პროცენტული რაოდენობა იანგარიშება გამოსახულებით

$$g = \frac{G_i}{g} 100\% \quad (5.15)$$

სადაც G_i – ცალკეული ფრაქციების წონაა კგ-ში.

g – მთლიანი ნიმუშის წონაა კგ-ში.

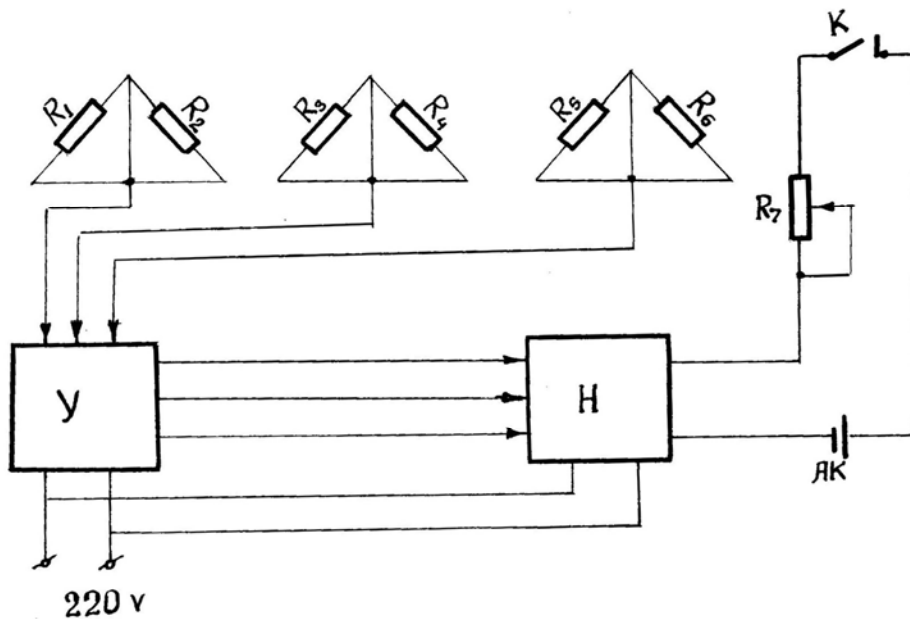
მოდების განი იზომება განივი ჭრილის მიხედვით ჩვეულებრივი მეტრული დანაყოფების მქონე სახაზავით. 25-ჯერ მოძრაობის წინ და უკან მიმართულებით. გაზომვის სიზუსტე 0,1 სმ.

5.2.4 ორფენოვანი დამუშავების აგრეგატის ენერგეტიკული შეფასება.

მოტობლოკური აგრეგატის ენერგეტიკული შეფასებისათვის გამოიყენება ტენზომეტრირების მეთოდი. აგრეგატის გადაადგილებისას, ნიადაგის დამუშავების სხვადასხვა რეჟიმების დროს განისაზღვრა მოტობლოკის თვლების, ფრეზის ამმ-რავ ლილვებზე მგრეხავი მომენტის მნიშვნელობები. თვლებზე განვითარებული მგრეხავი მომენტების მნიშვნელობების მოხსნის მიზნით მოტობლოკის ორივე ნახევარღერძზე, მათი სათანადო დამუშავების შემდეგ, დაწებებულია 2ΦCPB-10-100 ტიპის კილიტის გადამწოდები იმგვარად, რომ მათი სიმეტრიის ღერძები ლილვის ღერძთან 45⁰-იან კუთხეს ქმნიან და ელექტრულად ნახევარბოგური სქემით არიან ერთმანეთთან შეერთებული. ლილვზე გადამწოდების განლაგების ნაჩვენები სქემა გამმზომი სისტემის მაღალ მგრძნობიარობას უზრუნველყოფს.

სურ.5.2 ტენზომეტრული ხელსაწყოებით აღჭურვილი საცდელი აგრეგატი მბრუნავი ლილვიდან ტენზოსიგნალების მარეგისტრირებელ მოწყობილობებთან მიწოდებისათვის გამოყენებულია ვერცხლისწყლის დენამრთველები, რომლებიც ნახევარღერძების ტორსებზე 1 მაგრდებიან (სურ.5.2). დენამრთველების კორპუსშივეა მოთავსებული მოტობლოკის თვლების ბრუნთა რიცხვის ჩამწერი მოწყობილობაც. მაბრუნე მომენტი ფრეზას მოტობლოკის სიმძლავრის ამრთმევი ლილვიდან გადაეცემა გარკვეული კონსტრუქციული ცვლილებების შემდეგ. ტენზომეტრული რგოლი 2 მოთავსდა სიმძლავრის ამრთმევი ლილვსა და ფრეზას შორის (სურ. 5.2) მისი საშუალებით განისაზღვრა ფრეზაზე მოსული მგრე-ხავი მომენტისა და ბრუნთა რიცხვის მნიშვნელობები.

სურ. 5.3-ზე მოცემულია ტენზომეტრული გაზომვების პრინციპული სქემა. აქ R_1 , R_2 , R_3 , R_4 და R_5 , R_6 შესაბამისად არის თვლების ნახევარღერძებზე და



სურ.5.3. ტენზომეტრული გაზომვების პრინციპული სქემა

ფრეზას ამძრავ ლილვზე დაწებებული გადამწოდები; R_7 ცვლადი სიდიდის ბალასტური წინაღობა; K - თვლების ბრუნთა რიცხვის ამთვლელი; AK - აკუმულატორის ბატარეა; Y - TA - ტიპის ტენზოსიგნალების გამამღიერებელი; H - $H117/1$ ტიპის ოსცილოგრაფი.

ტენზომეტრული რგოლების (ლილვი, კულტივატორის დგარი) ტარირებით დადგენილია დამოკიდებულებები: $M'_{\omega} = f(h)$; $M''_{\omega} = f(h)$; $M_{\omega} = \varphi(h)$; სადაც M'_{ω} და M''_{ω}

შესაბამისად მარცხენა და მარჯვენა ნახევარღერძების მომენტებია, $M_{\text{წ}}$ – ფრეზის ამძრავი ლილვის მომენტი, P – კულტივატორის დგარზე მოსული ძალა, h – ოსცილოგრაფის გალვანომეტრის სხივის გადაადგილების სიდიდე.

ექსპერიმენტების მონაცემების სიზუსტის გაზრდის მიზნით გამზომი მოწყობილობების ტარირება ჩატარებულია ექსპერიმენტების დაწყებამდე და მათი დამთავრების შემდეგ.

ოსცილოგრამების დამუშავებისა და საკვლევი პარამეტრების მნიშვნელო-ბათა განსაზღვრისათვის გამოყენებულია მათემატიკური სტატისტიკის და ალბა-თობის მეთოდი.

დინამომეტრირების დიაგრამების დამუშავებით მიღებულია ემპირული განაწილების მრუდები, რომლებიც წარმოდგენილია პოლიგონებითა და ჰისტოგრამებით, მაგრამ ემპირული მრუდის გადახრა ნორმალური განაწილების მრუდისაგან სავსებით შესაძლებელია, რადგან პარამეტრის (ჩვენს შემთხვევაში – მომენტის) ცვლილება შეიძლება გამოწვეული იყოს როგორც შემთხვევითი მოვლენებით, ისე მანქანების კონსტრუქციული და პროცესის ტექნოლოგიური თავისებურებებით. გრაფიკული შეფასებით ემპირული და თეორიული განაწილების სიახლოვის განსაზღვრა კი შეიძლება არასაკმარისად ზუსტი აღმოჩნდეს, ამიტომ ობიექტური შეფასებისათვის გამოიყენება შეთანხმების ერთ-ერთი კრიტერიუმი – ა. კოლმოგოროვის კრიტერიუმი λ .

ნორმალური განაწილების მრუდების აგებისათვის გამოიყენება ცნობილი გამოსახულება [65]:

$$f(t) = \frac{N \cdot K}{\sigma} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{t^2}{2}} \quad (5.16)$$

სადაც: NN – ჩატარებული ექსპერიმენტების რიცხვია და ემპირული განაწილების სიხშირის ჯამის ტოლია;

K – ემპირული განაწილების რიგის ინტერვალის დანაყოფის მნიშვნელობაა;

σ – საშუალო კვადრატული გადახრაა;

tN - ნორმალური გადახრაა, ანუ $t = \frac{M - \bar{M}}{\sigma}$, (M – მგრები მომენტი).

თეორიული სიხშირეების განსაზღვრისათვის გამოიყენება ცხრილი 5.3-ით ნაჩვენები საანგარიშო მიმდევრობა:

ცხრილი 5.3.

1	ინტერვალის M ნ.მ	ინტ. შუალ. M _i ნ.მ	სიხშირე m _i	M _i m _i ნ.მ	M _i ² m _i ნ.მ ²	$M_i - \bar{M}$ ნ.მ.	$\frac{M_i - \bar{M}}{\sigma}$	$f(t)$	m'	m''
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	ემპირული	განაწილებიდან	იანგარიშება	მგრეხავი	მომენტის	საშუ-ალო				

არითმეტიკული:
$$\bar{M} = \sum_{i=1}^n M_i \frac{m_i}{N} \quad (5.17)$$

სადაც: M_i - ინტერვალის შუალედია;

m_i - ინტერვალის გადაკვეთის სიხშირეა;

N - გადაკვეთების საერთო რაოდენობაა;

n - ინტერვალების რაოდენობაა.

განისაზღვრება დისპერსია:

$$\sigma^2 = \sum_{i=1}^n \frac{M_i^2 m_i}{N} - \bar{M}^2 \quad (5.18)$$

საშუალო კვადრატული გადახრა:

$$\sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^n (M_i - \bar{M})^2 \frac{m_i}{N}} \quad (5.19)$$

მომენტის ცვალებადობის შესაფასებლად გამოითვლება ვარიაციის კოეფიციენტი.

$$V = \frac{\sigma}{\bar{M}} 100\% \quad (5.20)$$

ნორმირებული გადახრის (t) საპოვნელად გამოიყენება ცხრილი 5.3-ის 7, 8 გრაფები. ფუნქცია f(t)-ს მნიშვნელობები იანგარიშება სპეციალურად შექმნილი კომპიუტერული პროგრამის საშუალებით. $\frac{N \cdot K}{\sigma}$ - თანამამრავლზე გადამრავლების შემდეგ 10 და 11 გრაფებში შეიტანება თეორიული სიხშირეები.

იგება ემპირული განაწილების მრუდი, მის საფუძველზე კი –თეორიული განაწილების გრაფიკი.

კოლმოგოროვის λ კრიტერიუმით დგინდება თეორიული და ემპირული განაწილებათა სიახლოვე მათი ინტეგრალური განაწილებათა შედარების გზით და გამოითვლება მათი დაგროვილი სიხშირეების სხვაობის D -ს მაქსიმალური მნიშვნელობის შეფარდებით დაკვირვებათა რიცხვის კვადრატულ ფესვთან:

$$\lambda = \frac{D}{\sqrt{N}}$$

თუ λ – ს მიღებულ მნიშვნელობას $p(\lambda)$ მცირე სიდიდე შეესაბამება, მაშინ ემპირულ და თეორიულ განაწილებათა შორის განსხვავება არ შეიძლება შემთხვევითობად ჩაითვალოს. თუ $p(\lambda)$ მნიშვნელოვანი სიდიდეა (0,005 – ზე მეტი), მაშინ განსხვავება სიხშირეთა შორის შემთხვევითია და განაწილებანი კარგად ეთანხმებიან ერთმანეთს.

აგრეგატის მიერ ნიადაგის დამუშავებაზე დახარჯული სრული სიმძლავრე გამოითვლება შემდეგი გამოსახულებით.

$$N_{agr.} = N_T + N_{\text{გ}} \quad (5.21)$$

სადაც: N_T – მუშა რეჟიმში თვლებზე განვითარებული სიმძლავრეა, კვტ.;

$N_{\text{გ}}$ – ფრეზის აძვრაზე მოსული სიმძლავრეა კვტ.;

$M_{\text{მოტობლოკის}}$ თვლებზე განვითარებული სიმძლავრე:

$$N_{\text{მო}} = 10^{-3} \sum_{i=1}^n M_{ai} \omega_{ai} \quad (5.22)$$

სადაც M_{ai} – მუშა სვლის დროს i –თვალზე მოსული მგრები მომენტია, ნ.მ.;

ω_{ai} – მუშა სვლის დროს i – თვლის კუთხური სიჩქარეა რად./წმ.

$N_{\text{ს}}$ სიმძლავრე შედგება რამოდენიმე მდგენელისაგან:

$$N_{\text{ს}} = N_{\text{გ}} + N_{\text{ს}} + N_{\text{უქ}} \quad (5.23)$$

სადაც: $N_{\text{გ}}$ – პასიურ ორგანოზე მოსული სიმძლავრეა, კვტ.;

$N_{\text{ს}}$ – ბუქსაობაზე დახარჯული სიმძლავრეა, კვტ.;

$N_{\text{უქ}}$ – უქმ სვლაზე დახარჯული სიმძლავრეა, კვტ.

სიმძლავრის დანახარჯი ბუქსაობაზე:

$$N_b = 0.01 N_T \cdot \delta \quad (5.24)$$

$$\text{სადაც: ბუქსაობა } \delta = \frac{n - n_0}{n} 100\% \quad (5.25)$$

n და n_0 თვლის ბრუნთა რიცხვის ჯამური მნიშვნელობაა შესაბამისად მუშა და უქმი სვლის დროს, უქმ სვლაზე დახარჯული სიმძლავრე:

$$N_{\text{უქმ}} = 10^{-3} \sum M_{g_i} \omega_{g_i} \quad (5.26)$$

სადაც M_{g_i} – უქმი სვლის დროს i – თვალზე მოსული მგრები მომენტია ნ.მ.;

ω_{g_i} – უქმი სვლის დროს i – თვალის კუთხური სიჩქარეა რად./წმ.

პასიურ ორგანოზე მოსული სიმძლავრის მნიშვნელობა კვტ-ში იანგარიშება გამოსახულებით:

$$N_g = N_{\text{თ}} - (N_{\delta} + N_{\text{უქმ}}) \quad (5.27)$$

ფრეზაზე განვითარებული სიმძლავრე, კვტ:

$$N_{\text{ფ}} = 10^{-3} \cdot M_{\text{ფ}} \cdot \omega_{\text{ფ}} \quad (5.28)$$

სადაც: $M_{\text{ფ}}$ – ფრეზის ამძრავ ლილვზე განვითარებული სიმძლავრეა, კვტ;

$\omega_{\text{ფ}}$ – ფრეზის ამძრავი ლილვის კუთხური სიჩქარეა, რად/წმ.

5.2.5 ექსპერიმენტის ოპტიმალური დაგეგმვის შედეგების ანალიზი

წრფივი და არასრული კვადრატული განტოლებების კოეფიციენტების მნიშვნელობების გამოთვლის შემდეგ საჭიროა შემოწმდეს მათემატიკური მოდელის ვარგისიანობა და კოეფიციენტების მნიშვნელობები. ასეთ შემოწმებას რეგრესული ანალიზი ეწოდება და უმცირესი კვადრატის მეთოდზეა დამყარებული.

ყველა სტატისტიკური მეთოდის მზგავსად, რეგრესული ანალიზის გამოყენება შესაძლებელია მხოლოდ რამდენიმე პოსტულატის არსებობის შემთხვევაში I პოსტულატი – ოპტიმიზაციის y პარამეტრი არის შემთხვევითი სიდიდე, რომელიც ემორჩილება ნორმალური განაწილების კანონს. II პოსტულატი – ოპტიმიზაციის y პარამეტრის დისპერსია დამოკიდებული არ არის y -ის აბსოლუტურ მნიშვნელობაზე. მესამე პოსტულატი: ფაქტორების მნიშვნელოვანი ნაწილი თითქმის არაშემთხვევითი

სიდიდეებია, რაც იმას ნიშნავს, რომ შესაძლებელია ცალკეული ფაქტორის მოცემულ დონეზე დაყენება დასაშვები ცდომილებით.

მოდელის ადეკვატურობა მოწმდება ფიშერის F კრიტერიუმის საშუალებით:

$$F = \frac{S_{\text{აღმზ.}}^2}{S_{\{y\}}^2} \quad (5.29)$$

სადაც: $S_{\text{აღმზ.}}^2$ - ნარჩენი ანუ ადეკვატურობის დისპერსიაა;

$S_{\{y\}}^2$ - ოპტიმიზაციის პარამეტრის დისპერსიაა.

ნარჩენი დისპერსია, როცა დაგეგმვის მატრიცაში ცდები არ მეორდება, გამოითვლება ფორმულით:

$$S_{\text{აღმზ.}}^2 = \frac{\sum \Delta y_i^2}{f} \quad (5.30)$$

სადაც: f - თავისუფლების ხარისხების რიცხვია და სტატისტიკაში იანგა-რიშება, როგორც ცდების რიცხვისა და რეგრესული განტოლების კოეფიციენტების რაოდენობის სხვაობა:

$$f = N - (k + 1) = 8 - 4 = 4 \quad (5.31)$$

სადაც: k - ფაქტორების რიცხვია.

$\sum_{i=1}^n \Delta y_i^2$ - კვადრატების ნარჩენი ჯამი იანგარიშება ცხრილი №5.4 ის მიხედვით.

მოდელის ადეკვატურობისათვის მიღებული F კრიტერიუმის მნიშვნელობა არ უნდა აღემატებოდეს ფიშერის კრიტერიუმის ცხრილში ნაპოვნ მნიშვნელობას.

ცხრილი №5.4

ცდის №	ცდის შედეგი	ფორმულით გათვლილი \hat{y}	$\Delta y = y - \hat{y}$	Δy^2
1	y_1	\hat{y}_1	Δy_1	Δy_1^2
2	y_2	\hat{y}_2	Δy_2	Δy_2^2
3	y_3	\hat{y}_3	Δy_3	Δy_3^2
4	y_4	\hat{y}_4	Δy_4	Δy_4^2
5	y_5	\hat{y}_5	Δy_5	Δy_5^2

6	y_6	\hat{y}_6	Δy_6	Δy_6^2
7	y_7	\hat{y}_7	Δy_7	Δy_7^2
8	y_8	\hat{y}_8	Δy_8	Δy_8^2
				$\sum_{i=1}^8 \Delta y_i^2$

რეგრესული განტოლების კოეფიციენტების მნიშვნელობას ამოწმებენ სტიუდენტის t კრიტერიუმით ან სანდო ინტერვლის აგებით. პირველყოვლისა უნდა განისაზღვროს რეგრესიის კოეფიციენტის დირსპერსია ფორმულით:

$$S_{\{b_i\}}^2 = \frac{S_{\{y\}}}{N} \quad (5.32)$$

სადაც: $S_{\{y\}}^2$ - ოპტიმიზაციის პარამეტრის დისპერსიაა;

N - ცდების რაოდენობაა.

შემდეგ განისაზღვრება სანდო ინტერვალი ფორმულით:

$$\Delta b_i = \pm t S_{\{b_i\}} \quad (5.33)$$

სადაც: t – სტიუდენტის კრიტერიუმების ცხრილში ნაპოვნი მნიშვნელობაა იმ თავისუფლების ხარისხისათვის, რომლის მიხედვითაც განსაზღვრულია რეგრესიის კოეფიციენტის დისპერსია.

რეგრესიის კოეფიციენტის კვადრატული ცდომილება:

$$S_{\{b_i\}} = \sqrt{S_{\{b_i\}}^2} \quad (5.34)$$

5.3. ექსპერიმენტალური კვლევის შედეგების ანალიზი.

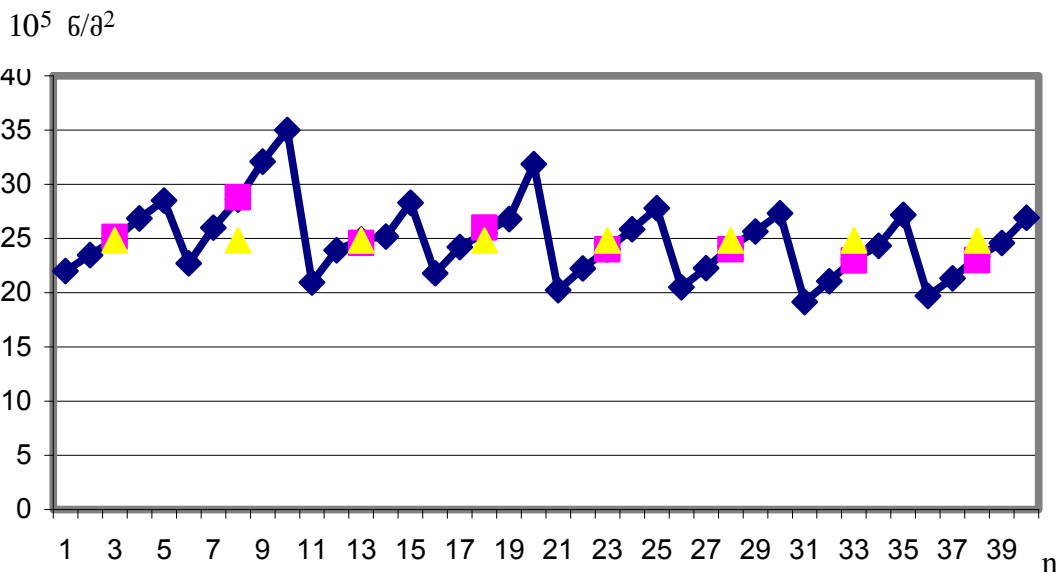
5.3.1. ექსპერიმენტალური ნაკვეთის დაგეგმვა და

ბუნებრივ-ნიადაგობრივი დახასიათება.

ექსპერიმენტალური ნაკვეთი შეირჩა კასპის რაიონის სოფელ ზემო ჩოჩეთის გლეხური და დამხმარე მეურნეობების მექანიზაციის ლაბორატორიის საყრდენსაჩვენებელი პუნქტის ტერიტორიაზე. ნაკვეთი თავისი კონფიგურაციით და ბუნებრივ-ნიადაგობრივი მახასიათებლებით დამახასიათებელია შიდა ქართლის მცირე

ფერმერული მეურნეობების მიწის სავარგულებისათვის. ექსპერიმენტული ნაკვეთის საერთო ფართობი 1,5 ჰექტარს შეადგენს, აქედან გარკვეული ნაწილი დაკავებულია მრავალწლიანი ნარგავებით (ვენახი, ხეხილის ბაღი), რომლის გამოყენება შესაძლებელია ოჯახის საჭიროებისათვის ბოსტნეულისა და ბაღჩეულის მოსაყვანად. მრავალფაქტორიანი ექსპერიმენტების რაოდენობის მიხედვით შეირჩა 8 ექსპერიმენტული მონაკვეთი სიგანით 2 მეტრი, რომელიც შეესაბამება აგრეგატის 2 მოდების განს, სიგრძე კი 50 მეტრი, საიდანაც ათვლის მონაკვეთი შეადგენს 30 მეტრს. ყოველი ცდა ტარდება ორი მიმართულებით, წინ და უკან, მაჩვენებლები კი გასაშუალებულია.

ექსპერიმენტული ნაკვეთის სიმკვრივის დასადგენად გამოყენებული რევია-კინის სიმკვრივის მზომის ტარირების ცხრილი მოცემულია I დანართში. ექსპერ-იმენტული ნაკვეთის საშუალო სიმკვრივემ შეადგინა $24,81 \cdot 10^5$ ნ/მ². (დანართი 2). ნიადაგის ნაყოფიერი ფენის სიღრმე 35 -38 სმ შეადგენს. ნიადაგის სიმკვრივის ანალიზი ჰორიზონტების მიხედვით გვიჩვენებს, რომ იგი თანდათან იზრდება სიღრმის ზრდის შესაბამისად. თუ 0 – 5სმ. ჰორიზონტში იგი $(18-25) \cdot 10^5$ ნ/მ²



სურ. 5.4 ნიადაგის სიმკვრივის ცვლილების გრაფიკი

- ◆ - სიმკვრივე ჰორიზონტალების მიხედვით, ნ/მ²;
- - ცალკეული ცდების საშუალო სიმკვრივეა, ნ/მ²;
- △ - ექსპერიმენტალური ნაკვეთის საშუალო სიმკვრივეა, ნ/მ².

ფარგლებში იცვლება, 20-25სმ ჰორიზონტში (28–31)·10⁵ ნ/მ²-ს აღწევს. (დანართი 2). სიმკვრივის ეს ცვლილება გამოწვეულია ნიადაგის მინიმალური დამუშავების სისტემის გამოყენებით, რომელიც ითვალისწინებს ნიადაგის აქტიურ დამუშავებას 15-22სმ-ის სიღრმეზე, ქვედა ფენა კი მუდმივად იტკეპნება, რაც გარკვეული პერიოდის შემდეგ არღვევს აერაციისა და ფილტრაციის რეჟიმებს. აქედან გამომდინარე, გრძელვადიან ტექნოლოგიაში საჭიროა 5 - 6 წელიწადში ერთხელ გავითვალისწინოთ ნიადაგის ღრმად გაფხვიერება 30 -35 სმ-ის სიღრმეზე.

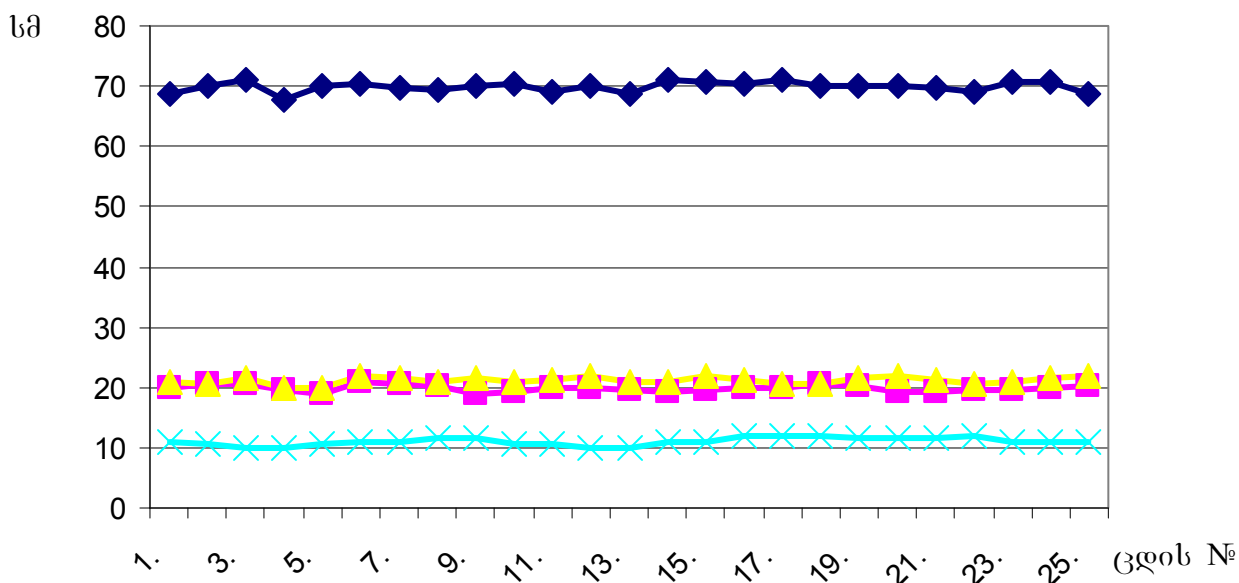
ნიადაგის ტენიანობა განისაზღვრა რვავე საცდელ მონაკვეთზე ზემოთ მოყვანილი მეთოდის მიხედვით. ჰორიზონტალების მიხედვით ტენიანობა იცვლება 18 – 26 %-ის ფარგლებში, მაგრამ მკვეთრად გამოსახული კანონ-ზომიერება ჰორიზონტალების მიხედვით ტენიანობის ცვლილებისა არ შეიმჩნევა. ცდების მიხედვით ნიადაგის საშუალო ტენიანობა მერყობს 19 – 24 %-ის ზღვრებში, ხოლო ექსპერიმენტალური ნაკვეთის საშუალო ტენიანობაა 22,35 %. მიუხედავად იმისა, რომ ექსპერიმენტის ჩატარების პერიოდში ნიადაგის ტენიანობა მცენარის განვითარებისათვის საჭირო ოპტიმალურ ზღვრებშია, მაინც შეიმჩნევა მიდრეკილება ფილტრაციისაკენ. აქედან გამომდინარე, საჭიროა სავარგულების პერიოდული მორწყვა, განსაკუთრებით ზაფხულის პერიოდში, ამიტომ ეს ოპერაცია უნდა გავითვალისწინოთ რაციონალური მანქანური ტექნოლოგიის შედგენის დროს

5.3.2. ტექნოლოგიური პროცესის აგროტექნიკური მაჩვენებლების ანალიზი

ნიადაგის ორფენოვანი დამუშავებისათვის გამოყენებულია ექსპერიმენტული მოტობლოკური აგრეგატი შემადგენლობით: მოტობლოკი «სუპერ – 610» + ორფენოვანი დამუშავების კულტივატორი (სურ. 5.5). კულტივატორის შემადგენლობაში

სურ. 5.5 ნიადაგის ორფენოვანი დამუშავების მოტობლოკური აგრეგატი.

შედის მოტობლოკის სერიული ფრეზი მოდების განით 70 სმ 2, ფრეზის სვლის სიღრმის მარეგულირებელი თათის კრონშტეინში 3 მაგრდება ნიადაგის ღრმად გამაფხვიერებელი, ჩიზელის ტიპის თათი 4, ფრეზა აღიძვრება მოტობლოკის 1 სიმძლავრის ამრთმევი ლილვიდან კარდანული გადაცემით, რომლის გარცმით 5 ფრეზა მონტაჟდება მოტობლოკზე. ჩაჭიდების ძალის გგასაზრდელად მოტობ-ლოკზე დამაგრებულია ტვირთები 6. ორფენოვანი დამუშავების აგრეგატის კონსტრუქციული საექსპლუატაციო მაჩვენებლებია: მოდების განია 70 სმ, ფრე-ზირების სიღრმე 10-12 სმ, ღრმა გაფხვიერების სიღრმე 20 – 22 სმ. აგრეგატის მოდების განი ფიქსირებულია კონსტრუქციით, ამიტომ მისი ცვლილება ექსპე-რიმენტის პირობებში შეუძლებელია და მის ცვლილებებს განაპირობებს მხოლოდ რეჟიმისა და ნიადაგის აგრეგატული მდგომარეობის ცვლილებები. ექსპერიმენ- ტის შედეგების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ *agregatis modebis ganis* მათემატიკური ლოდინი $\bar{B} = 69,9 \text{ sm}$, საშუალო კვადრატული გადახრა $\sigma = \pm 0,88 \text{ sm}$ და ვარიაციის კოეფიციენტი $V = 1,26\%$, ე.ი. გადახრა საწყისი მონაცემიდან ექსპერიმენტის ცდომილების ფარგლებშია. (დანართი 4, სურ. 5.6). ანალოგიური მდგომარეობა გვაქვს გამაფხვიერებელი თათის მოდების განის შემთხვევაში, სადაც $\bar{b} = 19,9 \text{ სმ}$, საშუალო კვადრატული გადახრა $\sigma = \pm 0,61 \text{ სმ}$ და ვარიაციის კოეფიციენტი $V = 3,06\%$. შესაბამისად, იგივე მახასიათებლები შეადგენს გაფხვიერების სიღრ-მისათვის 21,16 სმ, $\pm 0,60 \text{ სმ}$, 2,8% და ფრეზირების სიღრმისათვის 11,02 სმ, $\pm 0,65 \text{ სმ}$ და 5,9%.



ნახ.5.6. აგრეგატის აგროტექნიკური მაჩვენებლების ცვლილების გრაფიკი

- ◆ ფრეზის მოდების განი, სმ; □თათით გაფხვიერებული ზოლის სიგანე, სმ;
- △ -გაფხვიერების სიღრმე, სმ; ×-- ფრეზირების სიღრმე, სმ.

როგორც მოყვანილი ციფრების და გრაფიკის (სურ.5,6) ანალიზი გვიჩვენებს მახასიათებლების საჭირო მნიშვნელობებიდან გადახრა $\pm 1 - 1,5$ სმ –ის ფარგლებშია, ვარიაციის კოეფიციენტების შედარებით მაღალი სიდიდე გამოწვეულია ფრეზის მოქმედებით, ეს მაჩვენებელი კიდევ უფრო მაღალი იქნებოდა, მაგრამ ჩამხშობის ფუნქციას ღრმად გამაფხვიერებელი თათი ასრულებს. იგი არა მარტო ღრმად აფხვიერებს ნიადაგს, არამედ სიღრმის მარეგულირებელსაც წარმოადგენს

სარეველების მოსპობის მხრივ ფრეზული დოლი სრულყოფილი მუშა ორგანოა. ექსპერიმენტის დროს მოჭრილი სარეველების რაოდენობამ შეადგინა 99,6%, ე. ი. შეიძლება ჩავთვალოთ, რომ მოხდა სარეველების სრული განადგურება.

ნიადაგის გაფხვიერების ანალიზის დროს უნდა გამოიყოს ორი ზონა, ფრეზითა და კულტივატორის თათით გაფხვიერების ზონები. ფრეზით გაფხვიერების ზონა წარმოადგენს სასოფლო-სამეურნეო კულტურის თესლისა და ფესვთა სისტემის განლაგების ზონას, ამიტომ საჭიროა ამ ზონაში კომპოვანი, სტრუქტურული ფენის შექმნა. სინჯების გრანულომეტრული ანალიზი გვიჩვენებს, რომ პროცენტულად ძირითადი მასის 65,3 %-ის ზომებია 10 – 1მმ²-ის ფრაქციები, რომლებიც გამოდის

აგროტექნიკური მოთხოვნების ფარგლებიდან წარმოდგენილია პროცენტული რაოდენობით 8,8% მსხვილი ფრაქცია და 10% მტვრისებრი ფრაქცია.

მორე ზონა, პასიური მუშა ორგანოთი გაფხვიერებული, ემსახურება აერაციისა და წყლის რეჟიმების გაუმჯობესებას, იგი მსხვილკომპოზიანი სტრუქტურით ხასიათდება 50 – 25 მმ² ფრაქცია შეადგენს 63 %, დანარჩენი ფრაქციები კი შეადგენს 100 -50 – 11,75%; 25 – 10 – 19% და 10 -1 – 6,2%. (დანართი 5,6) ე.ი. ნიადაგის გრანულომეტრული შედგენილობა სავსებით აკმაყოფილებს ტექნოლო-გიური პროცესის აგროტექნიკურ მოთხოვნებს.

ამრიგად, ნიადაგის ორფენოვანი დამუშავების აგრეგატი აგროტექნიკური მაჩვენებლების მიხედვით სტაბილურ სისტემას წარმოადგენს და ოპტიმალურ გარემოს ქმნის მცენარეთა აქტიური განვითარებისათვის.

5.3.3. ენერგეტიკული მაჩვენებლების ანალიზი

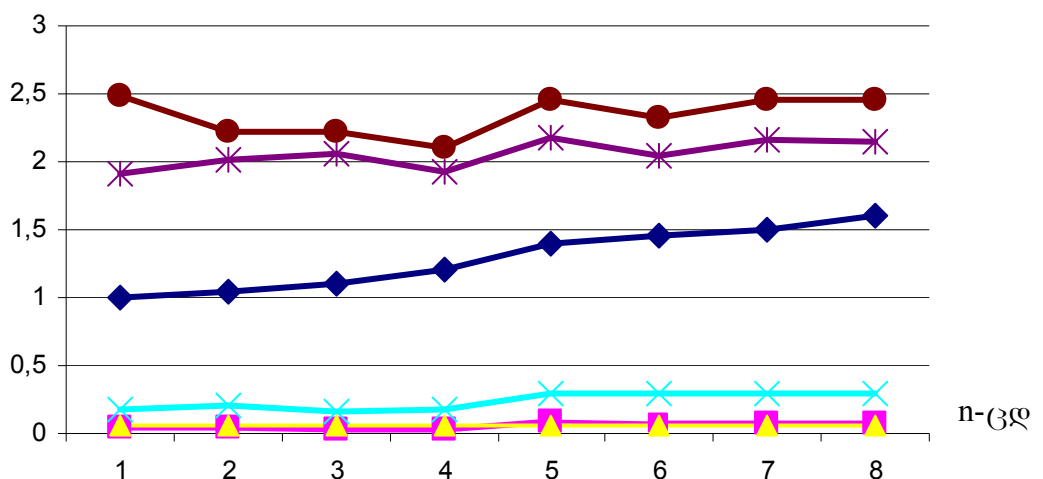
ექსპერიმენტის დროს ნიადაგის ორფენოვანი დამუშავების მოტობლოკური აგრეგატის ენერგეტიკული შეფასებისათვის ფიქსირდებოდა მოტობლოკის სავალ თვლებთან მიყვანილი და ფრეზის ამერისათვის საჭირო მგრეხავი მომენტები, რომელთა მნიშვნელობა იწერებოდა სპეციალურ შუქმგრძნობიარე ქაღალდზე მოტობლოკის ნახევარღერძებზე და ფრეზის ამპრავ ლილვზე დაწებებული გადამწოდებიდან. როგორც ოსცილოგრამიდან სჩანს, (სურ. 5.7.) ერთდროულად ჩაიწერებოდა სამივე მგრეხავი მომენტის, თვლებისა და ფრეზის ბრუნთა რიცხვები. ოსცილოგრამების დამუშავება მოხდა მათემატიკური სტატისტიკისა და

ალბათობის თეორიის ძირითადი მცნებების მიხედვით (დანართი 7). გაანგარი



სურ. 5.7 ნიადაგის ორრენოვანი დამუშავების აგრეგატის ენერგეტიკული გამოცდის ოსცილოგრამა

შების შედეგად აგებული ჰისტოგრამები (დანართი 8) მიუთითებს, რომ პროცესი ემორჩილება ნორმალური განაწილების კანონს. მიღებული მგრეხავი მომენტების, მათი საშუალო კვადრატული გადახრებისა და ვარიაციის კოეფიციენტების M მნიშვნელობები (დანართი 9), მიუთითებს ცდის შედეგების მაღალ საიმედოობაზე და ამ მაჩვენებლების შემდგომი გაანგარიშებისათვის ვარგისიანობაზე. ცდის შედეგების მიხედვით ნაანგარიშებია ტექნოლოგიური პროცესის შესრულებისათვის საჭირო ჯამური სიმძლავრე და პროცესის შესრულების რეალური სიჩქარეები (დანართი 10). როგორც წარმოდგენილი გრაფიკი გვიჩვენებს (სურ. 5.8), სიმძლავრის ჯამური ხარჯი არ



სურ.5.8. აგრეგატის ენერგოდანახარჯებისა და სიჩქარის გრაფიკი

- - ენერგიის ჯამური ხარჯი, კვტ; * - ენერგიის ხარჯი ფრეზის აძვრაზე, კვტ;
- ◆ - რეალური სიჩქარე, კმ/სთ; ☒ - თვლებთან მიყვანილი სიმძლავრე,კვტ;
- △ - ენერგიის ხარჯი ბუქსაობაზე, კვტ; □ - უქმი სვლის სიმძლავრე, კვტ.,

აღმატება 2,5 კილოვატს, რაც იმის მაჩვენებელია, რომ კომპლექსურ აგრეგატზე შეგვიძლია დავამონტაჟოთ გამომთესი აპარატიც. სიმძლავრის გრაფიკი გვიჩვენებს, რომ მისი გამოყენება შესაძლებელია რეგრესული ანალიზის კრიტერიუმად ე.ი. $N_i = y_i$.

მრავალფაქტორიანი ექსპერიმენტის დაგრძმვის მეთოდიკაში უკვე განვსაზღვრეთ, რომ ოპტიმუმისაკენ მოძრაობისათვის ძირითადად საკმარისია წრფივი მოდელი, მარტივი სამფაქტო-რიანი ექსპერიმენტისათვის იგი მიიღებს სახეს:

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{13}x_{13} \quad (5,35)$$

ურთიერთქმედების ეფექტი განვსაზღვროთ იმ ფაქტორებისათვის, რომლებსაც მაქსიმალური გავლენა აქვთ პროცესზე. ამისათვის დავწეროთ მრავალფაქტორიანი ექსპერიმენტის დაგეგმვის ცხრილი:

ცდის №	X ₁	X ₂	X ₃	X ₁ X ₃	აღნიშვნა	Y _i კვტ
1	-	-	+	-	c	2,333
2	-	+	-	+	b	2,086
3	+	-	-	-	a	2,223
4	+	+	+	+	abc	2,465
5	-	-	-	+	-1	2,107
6	-	+	+	-	bc	2,447
7	+	-	+	+	ac	2,461
8	+	+	-	-	ab	2,221

ვინგარიშოთ პოლინომის კოეფიციენტები ცალკეცალკე:

$$b_0 = \frac{\sum_{i=1}^N y_i}{N} = \frac{2,333 + 2,086 + 2,223 + 2,465 + 2,107 + 2,447 + 2,461 + 2,221}{8} = 2,293 \text{ კვტ}$$

$$b_1 = \frac{-2,333 - 2,086 + 2,223 + 2,246 - 2,107 - 2,447 + 2,461 + 2,221}{8} = 0,022 \text{ კვტ}$$

$$b_2 = \frac{-2,233 + 2,086 - 2,223 + 2,465 - 2,107 + 2,447 - 2,461 + 2,221}{8} = 0,024 \text{ კვტ}$$

$$b_3 = \frac{2,333 - 2,086 - 2,223 + 2,465 - 2,107 + 2,447 + 2,461 - 2,221}{8} = 0,134 \text{ კვტ}$$

როგორც კოეფიციენტების მნიშვნელობები გვიჩვენებს, პროცესის შესრულებისათვის საჭირო სიმძლავრე მაქსიმალურადაა დამოკიდებული აგრეგატის გადაადგილების სიჩქარეზე, შემდეგ ფრეზის დაღრმავებაზე და ყველაზე ნაკლებად გამაფხვიერებელი თათის დაღრმავებაზე. აქედან გამომდინარე ურთიერთქმედების ეფექტი ვიანგარიშით ფრეზასა და სიჩქარეს შორის X_1X_3 ე.ი.

$$b_4 = \frac{-2,233 + 2,086 - 2,223 + 2,465 + 2,107 - 2,447 + 2,461 - 2,221}{8} = -0,0006 \text{ კვტ}$$

ურთიერთქმედების ეფექტი იმდენად მცირეა, რომ იგი შეიძლება უგულვებელვყოთ და რეგრესიის განტოლება იქნება:

$$y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 = 2,293 + 0,022 X_1 + 0,024 X_2 + 0,134 X_3$$

ვიანგარიშით ყველა ცდის საშუალო მნიშვნელობიდან გადახრის კვადრატის საშუალო მნიშვნელობები, ამისათვის ვიანგარიშით პარამეტრის საშუალო მნიშვნელობა:

$$\bar{y} = b_0 = 2,293 \text{ კვტ}.$$

ვიანგარიშობთ კვადრატულ გადახრას და კვადრატულ ცდომილებას ცალკეული ექსპერიმენტების მიხედვით:

$$S_1^2 = (y_i - \bar{y})^2 = (2,233 - 2,293)^2 = (-0,06)^2 = 0,004; S = 0,06$$

$$S_2^2 = (2,068 - 2,293)^2 = (-0,207)^2 = 0,023; S = 0,15$$

$$S_3^2 = (2,223 - 2,293)^2 = (-0,070)^2 = 0,005; S = 0,07$$

$$S_4^2 = (2,465 - 2,293)^2 = (0,173)^2 = 0,03; S = 0,17$$

$$S_5^2 = (2,107 - 2,293)^2 = (-0,186)^2 = 0,035; S = 0,19$$

$$S_6^2 = (2,447 - 2,293)^2 = (0,154)^2 = 0,024; S = 0,15$$

$$S_7^2 = (2,451 - 2,293)^2 = (0,158)^2 = 0,025; S = 0,16$$

$$S_8^2 = (2,221 - 2,293)^2 = (-0,072)^2 = 0,005; S = 0,07$$

ვიანგარიშობთ საშუალო კვადრატული გადახრა და საშუალო კვადრატული ცდომილება:

$$S_{\{y\}}^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})^2}{N-1} = \frac{0,636}{7} = 0,091; \quad S = \sqrt{0,091} = 0,3$$

განგარიშების საიმედოებას ვამოწმებთ სტიუდენტის კრიტერიუმით t , t -ს მნიშვნელობას ვირჩევთ შესაბამისი ცხრილიდან [43] თავისუფლების ხარისხის მიხედვით $t = 2,78$

$$\frac{y - \bar{y}}{s} < t; \quad \frac{0,7}{0,3} < 2,78; \quad 2,33 < 2,87.$$

ეს განგარიშება ჩატარებულია მაქსიმალური კვადრატული გადახრის შემთხვევაში, იგივე განგარიშება ჩავატაროთ მინიმალური კვადრატული გადახრისათვის:

$$\frac{y - \bar{y}}{s} < t; \quad \frac{0,072}{0,3} < 2,78; \quad 0,24 < 2,78.$$

ვინაიდან საიმედოა მაქსიმალური და მინიმალური კვადრატული გადახრის შესაბამისი მნიშვნელობები, საიმედო იქნება ექსპერიმენტების მთელი ინტერვალი.

გამოვიკვლიოთ მოდელი ვარგისიანობაზე, ე. ი. შევამოწმოთ მოდელის ადეკვატურობა. მოდელის ადეკვატურობის ჰიპოტეზა მოწმდება ფიშერის F კრიტერიუმით 5,29 ფორმულის მიხედვით.

$S^2_{\{y\}}$ - ოპტიმიზაციის პარამეტრის დისპერსიაა და წინასწარი განგარიშების მიხედვით $=0,091$ კვტ.

$S^2_{\text{ადექვ}}$ - არის ნარჩენი, ანუ ადეკვატურობის დისპერსია და იანგა-რიშება 5,30 გამოსახულებით. f - თავისუფლების ხარისხების რიცხვია და 5,28 გამოსახულების მიხედვით 4-ის ტოლია, მაშინ:

$$S^2_{\text{ადექვ}} = 0,02 / 4 = 0,005 \quad \text{და ფიშერის კრიტერიუმი} \\ = 0,005 / 0,091 = 0,055$$

$$\sum_{i=1}^N \square y_i^2 - \text{ფორმულითა და ექსპერიმენტებით მიღებული პარამეტრების}$$

მნიშვნელობათა სხვაობის კვადრატების ჯამი – კვადრატების ნარჩენი ჯამი. $\square y_i^2$ - იანგარიშება ცალკეული ექსპერიმენტების მიხედვით და შეიტანება ცხრილ 5.3 (იხ. ექსპერიმენტის დაგეგმვის მეთოდის მეთოდის).

$$\square y_1^2 = [y_1 - \tilde{y}_1]^2 = [y_1 - (y_0 + 0,022x_1 + 0,024x_2 + 0,131x_3)]^2 = [2,333 - (2,293 - 0,022 - 0,024 + 0,131)]^2 = 0,003$$

ცდის №	ცდის შედეგი y	ფორმულით გათვლილი \hat{y}	$\Delta y = y - \hat{y}$	Δy^2
1	2,333	-2,378	-0,045	0,003
2	2,086	2,164	-0,078	0,007
3	2,223	2,160	0,063	0,004
4	2,465	2,470	-0,005	0,00003
5	2,107	2,116	-0,009	0,00008
6	2,447	2,426	0,021	0,0005
7	2,461	2,422	0,04	0,002
8	2,221	2,208	0,02	0,0004
				0,004

მაშინ $F=0,055$. ფიშერის კრიტერიუმის საძიებელი ცხრილის მიხედვით [43], 4 და 7 თავისუფლების ხარისხების გადაკვეთაზე $F=4,12$. ამრიგად შესრულ-ლებულია ფიშერის კრიტერიუმის მოთხოვნა მოდელის ადეკვატურობაზე $0,055 << 1,12$.

რეგრესული განტოლების კოეფიციენტების მნიშვნელობების შემოწმები-სათვის გამოიყენება რეგრესიის დისპერსია $S^2_{\{bi\}} = 0,091$ და რეგრესიის კოეფიციენტის კვადრატული ცდომილება $S_{\{bi\}} = 0,3$. სანდო ინტერვალი განისაზღვრება ფორმულით:

$\Delta bi = \pm t \cdot S_{\{bi\}} = \pm 2,37 \cdot 0,3 = \pm 0,71$ ე.ი. სანდო ინტერვალის ზედა ზღვარია 3,003 და ქვედა ზღვარია 1,5843 ამრიგად აგრეგატის მიერ შესრულებული სამუშაოსათვის საჭირო სიმძლავრე თავსდება სანდო ინტერვალის ზღვრებში.

დასკვნები მე-5 თავზე

1. ნიადაგის ძირითადი და თესვისწინა დამუშავებისათვის შეიძლება გამოვიყენოთ ნიადაგის ორფენოვანი დამუშავების მოტობლოკური აგრეგატი;

2. ექსპერიმენტის შედეგების მიხედვით:

-ნიადაგის ორფენოვანი დამუშავების მოტობლოკური აგრეგატის მუშაობის აგროტექნიკური მაჩვენებლები მაქსიმალურად აკმაყოფილებს პროცესის აგროტექნიკურ მოთხოვნებს;

- მოტობლოკის მიერ განვითარებული სიმძლავრე საშუალებას იძლევა იგი დავაკომპლექტოთ სათესი აგრეგატით, რაც გააფართოვებს მის კომპლექტუ-რობას და ეკონომიურობას;
- რეგრესული ანალიზის მიხედვით ტექნოლოგიური აგრეგატის მუშაობისათვის საჭირო სიმძლავრე მოთავსებულია სანდო ინტერვალის ფარგლებში.

თავი VI

ახალი და არსებული ტექნოლოგიების შედარებითი ეკონომიკური გაანგარიშება

ნაშრომის მეორე თავში შემოთავაზებული იყო მცირე ფერმერული მეურ-ნეობების პირობებში მაღალი მანქანური ტექნოლოგიები მარცვლეული კულტურების, სიმინდ-ლობიოს და კარტოფილის მოვლა-მოყვანისათვის. განსხვავება ახალ და არსებულ ტექნოლოგიებში ძირითადად შეეხება სამუშაოთა პირველ ციკლს - ნიადაგის ძირითადი, თესვის წინა დამუშავებისა და თესვის ოპერა-ციების ციკლს და ეს ოპერაციები ყველა კულტურებისათვის ერთიდაიგივეა. თუ მცირე ფერმერულ მეურნეობებში ამ კულტურებისათვის გამოყოფილი სავარგულები კომპაქტურადაა განლაგებული შესაძლებელია მათი ერთდროული დამუშავება და შემდგომი დანაწილება. ამრიგად, შედარებითი ეკონომიკური ეფექტის გამოთვლისათვის საკმარისია გავიანგარიშოთ დანახარჯები ამ ციკლის შესრულებაზე ორივე ტექნოლოგიისათვის და შევადაროთ ისინი. ამ ამოცანის გადასაწყვეტად შევადგინოთ ამ ციკლის ტექნოლოგიური რუქა ორივე ტექნოლოგიისათვის.

ცხრილი 6.1

№	ტექნოლოგიური პროცესების დასახელება	აგრეგატის შედგენილობა		მწარმოებლობა W		დანახარ-ჯები ოპ. შესრულ. ლარი
		მოტო-ბლოკი	მანქა-ნა	საათ. ჰა/სთ	ცვლ. ჰა/ცვ	
		ნიადაგის ძირითადი, თესვისწინა დამუშავების და თესვის არსებული ტექნოლოგია				
1	2	3	4	5	6	7
1.	ნიადაგის აოშვა	მბ-1	ფრეზა	0,15	1,05	34,2
2.	მინერალური სასუქის მოზ-ნევა	მბ-1	ურეკა	0,17	1,12	25,34
3.	ნიადაგის ხვნა 20-22სმ სიღრ-მეზე	მბ-1	1 ტან.	0,04	0,28	115,88

				გუთანი		
5.	ნიადაგის კულტივაცია სიღრმეზე	10-12 სმ მბ-1	ფრეზა	0,06	0,42	50,68
6.	თესვა მოტკეპნით	მბ-1	სათესი	0,1	0,7	30,27
სულ						256,37
I ციკლის ოპერაციები შემოთავაზებული ტექნოლოგიით						
1	სასუქის მოზნევა	«სუპერ»	ურიკა	0,17	1,12	25,34
	ნიადაგის ორფენოვანი დამუშავება,	«სუპერ»-	ექსპერ.			
2	სასუქის ჩაკეთება, თესვა და მოტკეპნა	610	კომბინ. მანქანა	0,05	0,35	65,4
სულ						90,74

ჯამური დანახარჯები ტექნოლოგიური ციკლის შესრულებაზე იანგარიშება გამოსახულებით:

$$C_{\%} = C_{ტუ} + C_{მან} + C_{სს} + C_{ხელ}. \quad (6.1)$$

სადაც: $C_{ტუ}$ – დანახარჯები მოტობლოკებისა და მანქანების სრულ ტექნიკურ უზრუნველყოფაზე, ლარი;

$C_{სს}$ – დანახარჯები საწვავ-საცხებ მასალებზე, ლარი;

$C_{ხელ}$ – დანახარჯები მომსახურე პერსონალის შრომის ანაზღაურებაზე, ლარი.

დანახარჯები მოტობლოკების სრულ ტექნიკურ უზრუნველყოფაზე (ამორტიზაცია+ტექნიკური მომსახურება და რემონტი+შენახვა) იანგარიშება ფორმულით

$$C_{ტუ} = \frac{C_{მბ} K_{ტუ} t}{100T} \quad (6.2)$$

სადაც: $C_{მბ}$ – მოტობლოკის საბალანსო ღირებულება, ლარი;

$K_{ტუ}$ – ტექნიკური უზრუნველყოფის კოეფიციენტი 32%;

t – ტექნოლოგიური ოპერაციის შესრულების დრო იანგარიშება ფორმულით

$t = F/W$ სთ, სადაც F – დასამუშავებელი ფართია, ჰა და W – აგრეგატის მწარმოებლობა, ჰა/სთ.

T – მოტობლოკის წლიური დატვირთვა, სთ.

გაანგარიშებების ჩასატარებლად შევადგინოთ წინასწარი მონაცემების ცხრილი

ვიანგარიშით ტექნიკური უზრუნველყოფის დანახარჯები ცალკეული მოტობლოკებისა და მანქანებისათვის:

$$C_{s-610} = \frac{660.32.18}{300.100} = 12,7 \text{ ლარი}$$

ცხრილი 6.2.

№	მანქანის დასახელება	ფასი ლარი	დარიცხვა, %	დასამუშავებელი ფართობი, ჰა	მწარმოებლობა ჰა/სთ	პროცენტის შესრულებ. დრო, სთ
1	2	3	4	5	6	7
1	მოტობლოკი «სუპერ - 610»	660	32	0,9	0,05	18
2.	მოტობლოკი მბ-1M	660	32	0,9	0,04	22,5
3.	სათესი საკ. წარმ.	150	23	0,6	0,1	6
4.	გუთანნი	200	23	0,9	0,04	22,5
5.	კულტივატორი	160	23	0,6	0,06	10
6..	ორფენოვანი კულტივატორი	140	24	0,5	0,05	10
7.	ფრეზა	120	23	0,9	0,15	6

$$C_{MB-1} = \frac{660.32.22,5}{425.100} = 11,3 \text{ ლარი}$$

$$C_{სათ} = \frac{150.23.6}{100.100} = 2,07 \text{ ლარი}$$

$$C_{გუთ.} = \frac{200.23.22,5}{100.100} = 10,35 \text{ ლარი}$$

$$C_{კულ.} = \frac{160.20.10}{100.100} = 3,68 \text{ ლარი}$$

$$C_{ორფ.} = \frac{140.24.10}{100.100} = 3,84 \text{ ლარი}$$

$$C_{ფრ.} = \frac{120.23.6}{100.100} = 1,7 \text{ ლარი}$$

საწვავის ხარჯის საანგარიშოდ მივმართოთ მოტობლოკების ტექნიკურ დახასიათებას (თავი 2), რომლის მიხედვითაც საწვავის კუთრი ხარჯი ტოლია 448 გრ.კვტ.სთ, მაშინ საწვავის საათური ხარჯი მოტობლოკ «სუპერ 610»-სათვის =0,448 · 4,82

= 2,14 კგ/სთ, მზ-1 - სათვის კი $0,448 \cdot 3,7 = 1,66$ კგ/სთ. თუ 1Lკგ-ს ფასია 1,5 ლარი, მაშინ საწვავის ღირებულება იქნება «სუპერ 610»-სათვის $2,14 \cdot 1,5 = 3,21$ ლარი/სთ, მზ-1-სათვის $1,66 \cdot 1,5 = 2,49$ ლარი/სთ.

ოპერატორის ხელფასი დავადგინოთ 1,5ლარი/სთ.

მიღებული სიდიდეების მიხედვით ვიანგარიშოთ დანახარჯები ცალკეულ ტექნოლოგიურ პროცესებზე:

1. ხვანა - $C_{\text{ხვ}} = 0,7 \cdot 22,5 + 10,35 + 22,5 \cdot 2,5 + 22,5 \cdot 1,5 = 115,88$ ლარი.

ანალოგიურად იანგარიშება სხვა ტექნოლოგიური პროცესების დანახარჯები. გაანგარიშების შედეგები შევიტანოთ 6.1 ცხრილში.

არსებული ტექნოლოგიით 1,25ჰა Iციკლის ოპერაციები ჯდება 256,37 ლარი, შემოთავაზებული ტექნოლოგიით კი 90,74 ლარი, ე. ი. საბალანსო მოგება შეადგენს:

$$P = 256,37 - 90,74 = 165,63 \text{ ლარს}$$

რაც ყოველ ჰექტარზე შეადგენს 132,5 ლარს.

დასკვნები VI თავზე

1. კომბინირებული ორფენოვანი აგრეგატის გამოყენება ამცირებს აგრეგატის გავლათა რიცხვს ოთხით;
2. შემოთავაზებული ტექნოლოგია ორფენოვანი დამუშავების აგრეგატის გამოყენებით არსებულთან შედარებით იძლევა 132,5 ლარის ეკონომიას ჰექტარზე.

საერთო დასკვნები

1. სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოვლა-მოყვანის არსებული მაღალი ტექნოლოგიების უცვლელად გამოყენება მცირე ფერმერულ მეურნეობაში არარენტაბელური და ხშირად შეუძლებელიც კი არის;
2. მცირე ფერმერულ მეურნეობებში, საწარმოო ფართობების სიმცირის გამო, მიზანშეწონილია მაღალი მანქანური ტექნოლოგიებისა და ხელით შრომის შერეული გამოყენება;

3. მცირე ფერმერულ მეურნეობებში სასოფლო-სამეურნეო კულტურების წარმოების სპეციფიკა საშუალებას იძლევა ტექნოლოგიიდან გამოვტოვოთ ზოგიერთი ენერგოტევადი ოპერაციები (ხვნა), ხოლო გრძელვადიან ტექნოლოგიაში გავითვალისწინოთ ხვნა 4-5 წელიწადში ერთხელ;
4. მცირე ფერმერულ წარმოებაში მიზანშეწონილია კომპლექსური ტექნოლოგიების და აგრეგატების გამოყენება. ჩვენს მიერ შემოთავაზებული ხორბლის, სიმინდლობისა და კარტოფილის მოვლა-მოყვანისა და აღების მაღალი ტექნოლოგიები ითვალისწინებენ კომპლექსური ოპერაციების მაქსიმალური გამოყენების ხარჯზე ნიადაგზე მექანიკური ზემოქმედების შემცირებას და მისი სტრუქტურის გაუმჯობესებას, მინიმალური დამუშავების სისტემის დანერგვას;
5. მცირე ფერმერულ მეურნეობაში ფართობის სიმცირისა და ნაკვეთის რთული კონფიგურაციის გამო რენტაბელურია 2 კნ წვეის კლასის ტრაქტორების, მოტობლოკებისა და მოტოკულტივატორების გამოყენება;
6. მცირე ფერმერული მეურნეობებისათვის მანქანათა კომპლექსის ოპტიმალური შერჩევა არსებული ოპტიმიზაციის მეთოდებით შეუძლებელია გამოსაყენებელი ტექნიკის ნომენკლატურისა და რაოდენობის შეზღუდულობისა და ერთი მეურნეობის ფარგლებში წვეის საშუალებების ნორმატიული დატვირთვის მიღწევის შეუძლებლობის გამო;
7. მცირე ფერმერული მეურნეობისათვის მანქანათა კომპლექსის ოპტიმალური შემადგენლობის შერჩევა უნდა მოხდეს ბიზნეს-გეგმის საშუალებით, წარმოების რენტაბელობის კრიტერიუმით;
8. ნიადაგის ძირითადი და თესვისწინა დამუშავების დროს მცირე ფერმერულ მეურნეობაში მიზანშეწონილია ნიადაგის ორფენოვანი დამუშავების ჩვენს მიერ შემოთავაზებული მოტობლოკური აგრეგატის გამოყენება;
9. რაციონალური მანქანური მაღალი ტექნოლოგიების შესრულების დროს უპირატესობა ენიჭება კომბინირებულ აგრეგატებს;
10. დარტყმის თეორიისა და რეოლოგიის ელემენტების გამოყენებით გამოყვანილია კომბინირებული ნიადაგდამამუშავებელი აგრეგატის გეომეტრიული, კინემატიკური, ძალური და ენერგეტიკული პარამეტრების საანგარიშო

ფორმულები., რომლებიც ადასტურებენ ორფენოვანი დამუშავების აგრეგატში აქტიური და პასიური მუშა ორგანოების გამოყენების უპირატესობას;

11. . ექსპერიმენტის შედეგების მიხედვით:

-ნიადაგის ორფენოვანი დამუშავების მოტობლოკური აგრეგატის მუშაობის აგროტექნიკური მაჩვენებლები მაქსიმალურად აკმაყოფილებს პროცესის აგროტექნიკურ მოთხოვნებს;

- მოტობლოკის მიერ განვითარებული სიმძლავრე საშუალებას იძლევა იგი დავაკომპლექტოთ სათესი აგრეგატით, რაც გააფართოვებს მის კომპლექტურობას და გაზრდის ეკონომიურობას;

- რეგრესული ანალიზის მიხედვით ტექნოლოგიური აგრეგატის მუშაობისათვის საჭირო სიმძლავრე მოთავსებულია სანდო ინტერვალის ფარგლებში;

12. შემოთავაზებული ტექნოლოგიების ეკონომიკური ეფექტი ბიზნეს-გეგმის მიხედვით შეადგენს 3503,6 ლარს, აქედან შედარებითი ეკონომიკური გაანგარიშების მიხედვით ნიადაგის ძირითადი და თესვისწინა დამუშავებისათვის ნიადაგის ორფენოვანი დამუშავების მოტობლოკური აგრეგატის გამოყენების წილია 132,5 ლარი/ჰა.