

ПЕРЕДУМОВИ НОРМУВАННЯ ЧИСЕЛЬНОСТІ МЕНЕДЖЕРІВ З ВИКОРИСТАННЯ МАШИН В АГРАРНОМУ ВИРОБНИЦТВІ

Висвітлено вплив завантаження інженерних працівників механізаторами на узагальнені показники ефективності функціонування сільськогосподарських підприємств, інтенсивність використання машинно-тракторного парку та урожайність льону-довгунця

Постановка проблеми. Поліпшення використання машинно-тракторного парку (МТП) в сільськогосподарських підприємствах пов'язане з загальною проблемою підвищення ефективності аграрного виробництва. Сучасний стан його висуває підвищені вимоги до інженерної служби підприємств, її чисельності та кваліфікації спеціалістів. Інженерні працівники як менеджери з машиновикористання мають здійснювати: 1) координацію дій виконавців (механізаторів), праця яких відповідним чином розподілена та кооперована; 2) управління використанням машин та їх комплексів при виробництві сільськогосподарської продукції; 3) контроль, підготовку та організацію виробництва, що пов'язано з прийняттям відповідних рішень. Предметом інженерної праці є технологічні, транспортні та допоміжні процеси або їхні окремі елементи, які властиві виробництву, наприклад, продукції рослинництва. Засобами праці в таких випадках виступають інженерні та управлінські методи, а ефективність праці визначають за кінцевим результатом. Предметом праці виступає і інформація в різних її проявах, засобами праці – пристрої, що полегшують і механізують цю працю (лічильно-рішальні машини, засоби зв'язку тощо), а результатом праці – перетворена інформація і інженерні рішення [10].

Змістом праці інженерних працівників є не безпосередній вплив на предмет, а технічна підготовка виробництва, економічне і адміністративне управління ним, матеріальне його забезпечення і т. п. Об'єктом впливу є не

предмет праці, а в першу чергу люди, колектив. Результати праці інженерних працівників у більшості випадків не піддаються прямому кількісному вимірюванню і їх можна оцінити не зразу, а лише через певний проміжок часу [3]. У пропонованому повідомленні зроблена спроба визначити вплив забезпеченості сільськогосподарських підприємств інженерними працівниками на кінцеві результати діяльності підприємств.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Важливість застосування і використання технічних засобів та системи оперативного управління механізованим виробництвом в процесі діяльності інженерних працівників зумовлена крім іншого стійкістю сприйняття інформації людиною-оператором. На рис. 1 наведений графік зміни втрат інформації залежно від часу [1], яка у математичній формі має вигляд:

$$W(t) = \begin{cases} 100 - 82t; & 0 \leq t < 0,5 \\ 29,96 + \frac{14,55}{t}; & 0,5 \leq t \leq 144, \end{cases} \quad (1)$$

де t – час, год.

З наведених залежностей видно, що після отримання інформації, яка представлена для запам'ятовування у вигляді символів, відбувається дуже швидка її втрата: через півгодини можливо відтворити лише 59 % її обсягу. Відомо, що працівник апарату управління до 95 % інформації одержує візуально, тобто через зоровий аналізатор. Внаслідок збільшення розриву між часом отримання та використання інформації ефективність рішень працівників апарату управління різко зменшується.



Рис. 1. Зміна втрати інформації залежно від часу

Потік інформації здебільшого оцінюють в бітах за секунду. Визначено, що лічення предметів відповідає потоку інформації 3 біт/с, складання і множення двозначних чисел – 12 біт/с, а друкування на машинці – 16 біт/с. Залежно від мети і завдань один і той же вид діяльності створює різні величини та особливості оброблюваного потоку інформації. Наприклад, коректорське читання створює потік перероблюваної інформації в 18 біт/с, читання вголос – 30 біт/с, а читання про себе – 45 біт/с. Виконання різних робіт супроводжується відповідним завантаженням уваги виконавця. Так, ступінь завантаження уваги (%) становить при: 1) прибиранні приміщень – 9; 2) нарізуванні різі на верстаті – 25; 3) водінні автомобіля на спокійній ділянці маршруту – 35; 4) те ж на напруженій ділянці – 60; 5) друкуванні на машинці – 75; 6) сортуванні карточок за алфавітом – 90; 7) читанні – 95.

На підставі вивчення функцій уваги і сприйняття встановлено правило 7 ± 2 , яке означає, що людина може водночас сприймати і стежити не більш ніж за 7 ± 2 об'єктами залежно від індивідуальних особливостей, підготовленості та тренуваності. Є відомості, що керівник бригади в змозі стежити за роботою 7...8 тракторів (максимально 12...15), які обслуговують земельну ділянку в 1000...1500 га. Бригади, що мають 20...30 тракторів та земельні ділянки 2500...4000 га, важкокеровані і бригадиру потрібні помічники.

При нормуванні інженерної праці розрізняють такі нормативні матеріали [4]: 1) норматив часу – регламентовані затрати

часу на виконання одиниці нормованого виду роботи або її елемента у визначених організаційно-технічних умовах праці; 2) норматив чисельності – регламентовану чисельність працівників, які необхідні для якісного виконання тієї чи іншої функції управління у визначених організаційно-технічних умовах; 3) норматив централізації робіт – регламентоване відношення чисельності працівників у апараті управління в цілому по підприємству до загальної чисельності інженерних працівників по функціях управління або в цілому по підприємству у визначених організаційно-технічних умовах; 4) норматив керованості або обслуговування – регламентовану чисельність керованих або обслуговуваних працівників (підрозділів), якими у визначених організаційно-технічних умовах повинен керувати (обслуговувати) один працівник; 5) норматив співвідношення чисельності різних категорій інженерних працівників та службовців – регламентоване співвідношення чисельності різних категорій службовців, що забезпечує найкраще використання нормованих працівників у відповідності з рівнем їхньої кваліфікації у визначених організаційно-технічних умовах (наприклад, співвідношення між інженерами і техніками, керівниками і спеціалістами, спеціалістами і допоміжним технічним персоналом тощо).

У працях з проблем управління є різні думки щодо оптимальної норми керованості. Відомий спеціаліст з менеджменту Й.С. Завадський в одній із своїх праць [8] вказує, що деякі російські дослідники за таку норму

приймають 5...8 чоловік при виконанні підлеглими неоднорідних функцій та 10...12 чоловік при виконанні однорідних функцій. Дослідники з далекого зарубіжжя у тому числі французький вчений А. Файоль схильні вважати, що один керівник може здійснювати ефективно керівництво і контроль не більш ніж шістьома підлеглими. Для керівників сільськогосподарських підприємств Й.С. Завадський [6] пропонує оптимальну норму керованості 5...9 чоловік, а для керівників функціональних підрозділів – 8...12 чоловік. Тут доречно згадати формулу французького дослідника В.А. Грейкунаса, яку наводить у своїх працях Й.С. Завадський [6, 7]:

$$N = n \times 2^{n-1} + n(n-1), \quad (2)$$

де N – число можливих розбіжностей між підлеглими, для з'ясування яких необхідно звертатись до відповідного керівника (число управлінських взаємозв'язків); n – кількість підлеглих.

За цією залежністю при збільшенні числа підлеглих за арифметичною прогресією число взаємозв'язків між працівниками, а отже, завантаження керівника та складність процесу управління зростає за геометричною прогресією. Так, при збільшенні чисельності підлеглих від 4 до 5 число можливих взаємозв'язків зростає від 44 до 100, а при 18 підлеглих число потенційних взаємозв'язків зростає до 2359602 [6]. У суворому обмеженні числа осіб чи підрозділів, які підлегли одній особі, і полягає один із надзвичайно важливих принципів управління, що визначає його діапазон.

За даними Ю.К. Кіртбая і М.М. Чеченова [9], які аналізували функціонування інженерно-технічної служби в сільськогосподарських підприємствах Можайського району Московської області, коефіцієнт детермінації між виходом валової продукції рослинництва в розрахунку на 100 га ріллі $B_{пр}$ та числом механізаторів, що припадають на одного інженерного працівника $n_{мін}$ становить 0,070, а рівняння парної криволінійної регресії згаданого

виходу продукції (тис. руб.) по досліджуваному фактору має вигляд:

$$B_{пр} = 0,319 + 3,951 n_{мін} - 0,211 n_{мін}^2 + 0,0034 n_{мін}^3. \quad (3)$$

За оптимальних значень технічних фондів в розрахунку на 100 га ріллі, машинозабезпеченості 2,17 один інженерний працівник має здійснювати управлінську діяльність 15 механізаторами.

Показником нормування кількісного складу інженерних працівників, які здійснюють управління експлуатацією МТП великотоварних сільськогосподарських підприємств, є наявність самохідних машин (фізичних тракторів, комбайнів з двигунами, землерийних машин, катерів і самохідних шасі) (рис. 2). З рисунка видно, що для показників нормування характерні диспропорції, які полягають у виробничому навантаженні на інженерних працівників. При наявності у підприємствах до 79 самохідних машин на одного інженера з експлуатації МТП припадає їх 27; при 80...159 – 33; при 160...239 – 40; при 240 і більше – 48 машин [11]. У великих підприємствах кількість машин, що припадає на одного інженера, зростає у 1,78 раза.

Однією з умов раціональної організації інженерної служби сільськогосподарських підприємств є визначення оптимальної норми керованості інженерних працівників.

Мета досліджень полягала у визначенні передумов нормування чисельності інженерних працівників сільськогосподарських підприємств як менеджерів з використання МТП. *Завдання досліджень* – виявити вплив загальної чисельності інженерних працівників за ступенем завантаження користувачами техніки на ефективність функціонування підприємств. У цьому випадку найбільш прийнятний метод проектування передбачуваної норми керованості інженерних працівників на підставі аналізу їхнього функціонування в реальних умовах [9].

	Число інженерів з експлуатації МТП – один на кількість машин			
	27	33	40	48
Кількість машин	20	50	79	159
	239			
	Стар- ший	головний		
	Керівник інженерної служби – інженер			

Рис. 2. Нормування кількісного складу інженерних працівників з експлуатації МТП

Об’єкт та методика досліджень. Об’єктом дослідження слугували сільськогосподарські підприємства поліської зони Житомирської області. При цьому за результативний критерій ефективності забезпеченості підприємств інженерними працівниками, що визначав функціонування служби експлуатації МТП, взято найбільш узагальнюючий показник виробництва – вихід валової продукції рослинництва у вартісному виразі. Для оцінки ефективності використання землі і трудових ресурсів, а також функціонування МТП у підприємствах з різною забезпеченістю інженерними працівниками визначені відносні показники – вартість валової продукції рослинництва в розрахунку на один гектар сільськогосподарських угідь і ріллі, одного середньорічного робітника і одного механізатора та на одиницю вартості засобів механізації виробництва. Результативними ознаками були прийняті також урожайність насіння і волокна льону-довгунця та інтенсивність використання МТП, яку оцінювали річним наробітком умовного еталонного трактора (у. е. т.) в умовних еталонних гектарах (у. е. га). За факторіальну ознаку прийняли завантаження інженерних працівників механізаторами, яке визначали за

кількістю механізаторів, що припадають на одного інженерного працівника. До інженерних працівників відносили інженерів-механіків і техніків-механіків, які займали відповідні інженерні посади, що були передбачені штатним розписом, та звільнених бригадирів тракторних бригад і їхніх помічників. Обробка статистичного і опрацьованого матеріалу здійснена з використанням кореляційно-регресійного та дисперсійного аналізів [5].

Результати досліджень. Розподіл завантаження інженерних працівників механізаторами коливався в межах 6...45. Середнє арифметичне значення завантаження становило 23 механізатора в розрахунку на одного інженерного працівника, середнє квадратичне відхилення – 8,2, а коефіцієнт варіації – 35,7 %.

Основні статистичні показники, що характеризують зв’язок результативних ознак з факторіальною, наведені в табл. 1. Оскільки чисельні значення кореляційних відношень у всіх досліджуваних зв’язках перевищують значення відповідних коефіцієнтів кореляції, це свідчить про криволінійну зміну результативних ознак залежно від завантаження інженерних працівників механізаторами.

Таблиця 1. Статистичні показники зв’язку результативних ознак з факторіальною (завантаженням інженерних працівників механізаторами)

Результативна ознака	Коефіцієнт кореляції	Кореляційне відношення	Коефіцієнт детермінації
Вартість валової продукції рослинництва в розрахунку на: один га сільськогосподарських угідь	-0,142	0,148	0,022
один га ріллі	-0,137	0,178	0,032
одного середньорічного робітника	-0,142	0,290	0,084
одного механізатора	-0,331	0,351	0,123
одиницю вартості засобів механізації виробництва	-0,344	0,375	0,141
Урожайність насіння льону-довгунця	-0,272	0,963	0,927
Урожайність льоноволокна	-0,195	0,269	0,072
Річний наробіток умовного еталонного трактора	-0,131	0,165	0,027

Кореляційно-регресійна модель, що відображає зміну ефективності використання сільськогосподарських угідь залежно від забезпеченості підприємств інженерними працівниками, описується залежністю:

$$B_{\text{пр.у}} = 128 Z_{\text{мін}}^{0,447} \exp(-0,029 Z_{\text{мін}}),$$

де $B_{\text{пр.у}}$ – вартість валової продукції рослинництва в розрахунку на 1 га сільськогосподарських угідь, грн.; $Z_{\text{мін}}$ – завантаження інженерних працівників механізаторами (кількість механізаторів чи користувачів техніки, що припадає на одного інженерного працівника).

Оскільки показник степеня при аргументі $Z_{\text{мін}}$ більший від нуля, але менший одиниці ($0 < 0,447 < 1$), то крива, що описується залежністю (4), проходить через початок координат, а дотичною до кривої в початку координат є вісь вартості валової продукції рослинництва у розрахунку на 1 га сільськогосподарських угідь [2]. За чисельним значенням показника степеня при числі «e»,

$$Z_{\text{мін}}^{\text{пер}} = - (0,447 + \sqrt{0,447}) / (-0,029) = 38.$$

Розраховане число 38 можна інтерпретувати так, що воно визначає граничну кількість користувачів техніки, за якої втрачається керованість відповідними підрозділами чи колективами.

Вихід валової продукції рослинництва в розрахунку на один га ріллі та одного механізатора залежно від завантаження інженерних працівників зменшується за гіперболічною залежністю. При цьому найбільш інтенсивно зменшуються вказані результативні ознаки із збільшенням завантаження інженерних працівників до 25 механізаторами. З подальшим збільшенням завантаження інженерних працівників темп зниження виходу валової продукції рослинництва уповільнюється.

Явно виражений екстремальний характер має зміна вартості валової продукції рослинництва в розрахунку на одного середньорічного робітника (показника, що оцінює продуктивність праці працівників

оскільки він менший від нуля і становить мінус 0,029, доходимо висновку, що при зростанні $Z_{\text{мін}}$ функція $B_{\text{пр.у}}$ асимптотично наближається до нуля. Аналізуючи чисельні значення показників степеня залежності (4) та враховуючи їхні знаки (один з них є від'ємним числом), можна стверджувати, що досліджувана залежність має екстремальний характер з максимумом в точці $Z_{\text{мін}} = -0,447 / (-0,029) = 15,4$. Таким чином, найбільш повно використовується земля в тих підприємствах, в яких на одного інженерного працівника припадає 15 механізаторів. Якщо завантаження інженерних працівників зменшується до 10 або зростає до 20 механізаторів, то вихід валової продукції рослинництва в розрахунку на 1 га сільськогосподарських угідь знижується на 28%. Крім екстремуму крива залежності (4) має точку перегину, абсцису якої можна знайти із співвідношення:

сільського господарства) залежно від забезпеченості підприємств інженерними кадрами. Залежність, що відображає цю зміну, має параболічний характер і після визначення коефіцієнтів регресії описується рівнянням

$$B_{\text{пр.р}} = 1008,50 + 43,00 Z_{\text{мін}} - 1,06 Z_{\text{мін}}^2. \quad (5)$$

Взявши першу похідну рівняння (5) по $Z_{\text{мін}}$ і прирівнявши її до нуля, одержали, що максимум продуктивності праці середньорічного робітника має місце у підприємствах, в яких на одного інженерного працівника припадає 20 механізаторів. При завантаженні інженерних працівників 10 і 40 механізаторами продуктивність праці працюючих у підприємстві знижується відповідно на 7,8 і 28,5%.

Коефіцієнт кореляції між виходом валової продукції рослинництва в розрахунку на одиницю вартості засобів механізації виробництва і завантаженням інженерних працівників за даними досліджуваної сукупності підприємств становить мінус 0,344

при кореляційному відношенні 0,375. Від'ємне значення коефіцієнта кореляції свідчить про те, що із збільшенням завантаження інженерних працівників механізаторами ефективність функціонування МТП знижується. При цьому це зниження не пропорційне збільшенню завантаження інженерних працівників, а за значенням кореляційного відношення відбувається за криволінійною залежністю. Для визначення кількісних закономірностей між аналізованими факторами провели регресійний аналіз. Виявилося, що із збільшенням завантаження інженерних працівників вихід валової продукції рослинництва в розрахунку на одиницю вартості засобів механізації виробництва (ефективність функціонування МТП) знижується за законом гіперболи і описується рівнянням:

$$B_{\text{пр.т}} = 1,41 + 7,24/3_{\text{мін}} \quad (6)$$

З рівняння (6) витікає, що при завантаженні інженерних працівників 5, 15, 25, 35 і 40 механізаторами на одиницю вартості засобів механізації виробництва одержують валової продукції рослинництва відповідно одиниць: 2,85; 1,89; 1,69; 1,61 та 1,59. Інакше кажучи у підприємствах, в яких на одного інженерного працівника припадає 15, 25, 35 і 40 механізаторів, ефективність функціонування МТП у порівнянні з підприємствами із завантаженням інженерних працівників 5 механізаторами, знижується відповідно на 33,7%; 40,7; 43,5 та 44,2%. Якщо проаналізувати похідну зазначеного рівняння, то виявляється, що збільшення завантаження інженерного працівника на одного механізатора призводить до зниження виходу валової продукції $B_{\text{пр.т}}$ при 5 механізаторах на 28 коп., а при 15, 25 і 35 механізаторах відповідно на 3,2 коп., 1,2 та 0,6 коп.

Урожайність льнопродукції із збільшенням завантаження інженерних працівників зменшується за гіперболічною залежністю (рис. 3). Якщо в підприємствах, де на одного інженерного працівника припадає 10,3 механізатора, урожайність

льнопродукції прийняти за 100%, то в підприємствах із завантаженням інженерних працівників 17,6; 32,2 і 39,5 механізаторами урожайність насіння знижується відповідно на 32%, 44 і 45%, а волокна – на 16,3%, 23,8 і 24,4%. Таке можна пояснити тим, що в підприємствах краще забезпечених інженерними працівниками, краще організовані виконання механізованих робіт і праця механізаторів, роботи виконуються якісно і в стислі агротехнічні строки, що супроводжується підвищенням урожайності. За характером зміни урожайності льнопродукції залежно від завантаження інженерних працівників можна стверджувати, що з підвищенням завантаження понад 32,2 механізатора втрачається керованість колективом користувачів техніки.

Розподіл річного наробітку $W_{\text{річ}}$ умовного еталонного трактора коливався в межах 1072...2496 у.е. га при середньому арифметичному значенні 1639 у.е. га, середньому квадратичному відхиленні 296,3 у.е. га та коефіцієнті варіації 18%. Коефіцієнт кореляції між завантаженням інженерних працівників механізаторами і річним наробітком умовного еталонного трактора становив мінус 0,131, а кореляційне відношення 0,165. За чисельними значеннями коефіцієнта кореляції і кореляційного відношення передбачували, що характер зміни наробітку умовного еталонного трактора залежно від завантаження інженерних працівників може описуватися прямою або ж нерівнобокою гіперболою. Після визначення відповідних коефіцієнтів рівняння лінійної регресії $W_{\text{річ}}$ по $3_{\text{мін}}$ має вигляд:

$$W_{\text{річ}} = 1695 - 2,02 3_{\text{мін}}, \quad (7)$$

а нерівнобокої гіперболи –

$$W_{\text{річ}} = 1601 + 864,66/3_{\text{мін}} \quad (8)$$

Більш прийнятно слід вважати гіперболічну залежність, за якої забезпечується менша сума квадратів відхилень експериментальних даних від апроксимуючої функції у порівнянні з прямою. Згруповані дані розподілів завантаження інженерних працівників

механізаторами і річного наробітку умовного еталонного трактора та гіперболічна крива зміни другої ознаки залежно від першої наведена на рис. 3. З представлених даних видно, що при завантаженні інженерних працівників 10,3 механізаторами середньорічний наробіток умовного еталонного трактора становив 1689 у. е. га. Подальше збільшення завантаження інженерних працівників супроводжується зниженням інтенсивності використання МТП. У рівнянні (8), яке інтерпретує зміну річного

наробітку умовного еталонного трактора залежно від завантаження інженерних працівників, перший член, який дорівнює 1601, визначає можливу середню межу зниження інтенсивності використання МТП за рахунок збільшення кількості користувачів тракторів, що припадають на одного інженерного працівника. Таке значення наробітку спостерігається у підприємствах, в яких на одного інженерного працівника припадає близько 40 користувачів тракторів.

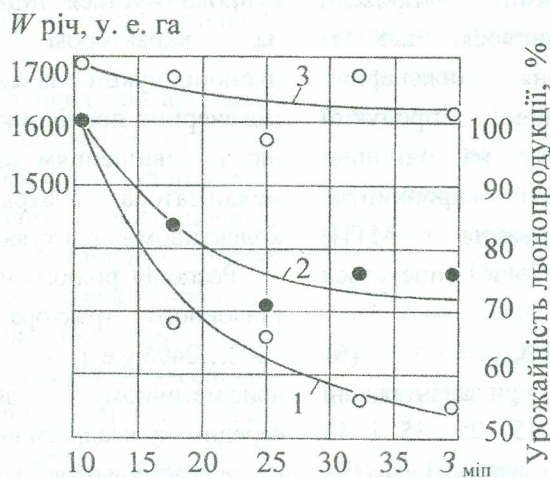


Рис. 3. Зміна урожайності насіння (1) і волокна (2) льону-довгунця та річного наробітку $W_{річ}$ (3) умовного еталонного трактора залежно від завантаження інженерних працівників механізаторами 3 мін

Висновки. При нормуванні чисельності менеджерів з використання машин в рослинництві слід враховувати наступне. Найбільш ефективно використовуються земельні угіддя і продуктивність праці працюючих сягає максимуму в підприємствах, в яких на одного інженерного працівника припадає відповідно 15 і 20 механізаторів. Із збільшенням завантаження інженерних працівників понад 25 механізаторами спостерігається сповільнене зниження ефективності використання ріллі, продуктивності праці користувачів тракторів, ефективності використання МТП, річного наробітку тракторів та урожайності льнопродукції. Таке завантаження інженерних працівників слід

вважати граничним, оскільки супроводжується втратою керованості механізованими підрозділами.

Напрямок подальших досліджень, на нашу думку, має бути зосереджений на вивченні впливу розмірних параметрів сільськогосподарських підприємств та їх забезпеченості засобами механізації виробництва на ефективність машиновикористання в рослинництві.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Акчурин А.Г., Ушаков А.П. Принципы разработки средств оперативного управления производством // Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства. – 1973. – № 6. – С. 30–32.

2. *Бронштейн И.Н.* и *Семендяев К.А.* Справочник по математике для инженеров и учащихся вузов. – М.: Государственное издательство технико-теоретической литературы, 1957. – 608 с.
3. *Буян І.* Наукова організація інженерної праці // *Механізація сільського господарства.* – 1976. – № 1. – С. 16, 17.
4. *Гринберг Ю.Г., Москаленко К.А.* Совершенствование организации инженерного и управленческого труда в лесной, деревообрабатывающей и целлюлознобумажной промышленности. – М.: Лесная промышленность, 1980. – 176 с.
5. *Дмитриев Е.А.* Математическая статистика в почвоведении. – М.: Изд-во Московского ун-та, 1972. – 292 с.
6. *Завадский И.С.* Управление сельскохозяйственным производством. – К.: Вища шк., 1978. – 312 с.
7. *Завадський Й.С.* Менеджмент: Management. – Т. 1. – К.: Українсько-фінський інститут менеджменту і бізнесу (УФІМБ), 1997. – 543 с.
8. *Завадський Й.С.* Організація і психологія управління трудовими колективами. – К.: Урожай, 1985. – 160 с.
9. *Киртбая Ю.К., Чеченов М.М.* Анализ функционирования инженерно-технической службы сельскохозяйственного предприятия // *Вестник сельскохозяйственной науки.* – 1981. – № 9. – С. 73–82.
10. *Кузнецов Е.С.* Управление технической эксплуатацией автомобилей. – М.: Транспорт, 1990. – 272 с.
11. *Машенков В., Царьков А.* Научно-технический прогресс и инженерно-технические кадры // *Техника в сельском хозяйстве.* – 1975. – № 9. – С. 1–5.

ЛІМОНТ Анатолій Станіславович – кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, доцент кафедри машиновикористання Державного агроєкологічного університету (м. Житомир)

Наукові інтереси:

– економіка і організація використання сільськогосподарської техніки