

*веществами из ее состава. Описаны особенности данного метода и осуществлен анализ полученных результатов*

## **Abstract**

### **THE DIELECTRIC CONSTANT OF ADSORBED LAYER OF SURFACTANT AS THE INDEX THAT'S CHARACTERIZES ANTI-WEAR PROPERTIES OF OPERATING FLUID OF HYDRODRIVE.**

Kosolapov V., Litovka S., Rukavishnikov Y.

*In the article considered method of evaluation anti-wear properties of operating fluid for hydraulic systems of mobile mashines, that is based on measurement of dielectric constant of film that was adsorbed on friction surfaces, that's forming of surface active substance from composition. Described features of this method and analyzed results.*

**УДК 622:625.175: 630\*221: 631.153.7**

### **ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ МАШИН ДЛЯ ДОРОЖНІХ І ЛІСОТЕХНІЧНИХ РОБІТ ПРИ ЗБИРАННІ РОСЛИННОЇ БІОМАСИ**

**Матюшенко Л.М., здобувач.**

*(Національний університет біоресурсів і природокористування України, 03041, м.Київ-41, вул. Героїв Оборони, 12.)*

*У статті викладено результати прогнозування розвитку вирощування енергетичних рослин у лісовому господарстві та перспективи застосування машин для дорожніх і лісотехнічних робіт при збиранні рослинної біомаси*

**Постановка проблеми.** Одним із найважливіших факторів проблеми прогнозу розвитку вирощування енергетичних рослин у лісовому господарстві є питання енергоємного процесу – механізованого якісного збирання сировини; комплексного і раціонального її використання з урахуванням потреб споживачів в лісоматеріалах і їх продуктів переробки.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Під прогнозуванням в лісовому господарстві слід розуміти обґрунтування головних напрямків розвитку галузі та виробничих ресурсів на довгостроковий період. При встановленні шляхів науково-технічного прогресу в лісовому господарстві визначають і перспективні напрямки розвитку науки.

Прогнози розробляють поетапно [1]. На першому етапі визначають стан прогнозованого об'єкта, його параметри, аналізують тенденції розвитку,

розроблюють гіпотезу зміни об'єкта в майбутньому, його можливі і оптимальні шляхи розвитку. На другому етапі виявляють встановлені тенденції, аналізують динаміку розвитку об'єкта, визначають мету його розвитку, виділяють і оцінюють фактори, що стимулюють або гальмують розвиток об'єкта. Третій етап передбачає розгляд об'єкта прогнозування як досліджуваної системи.

Все більше виникає потреба залучати нетрадиційні джерела енергії, створені на основі біоенергетичної сировини – твердої біомаси органічного походження, в тому числі і рослинного. Велика кількість рослин була досліджена для визначення потенційної можливості використання їх у якості енергетичних культур, але тільки небагато видів досягли комерційного рівня і вирощуються на великих площах. Залучення цього потенціалу для виробництва енергії може задовольнити близько 12-15% потреб України в первинній енергії. Таке біопаливо обійдеться державі дешевше в кілька разів.

У перерахунку на еквівалент енергії витрати на вирощування таких культур значно менші, ніж вартість енергоносіїв, отриманих від традиційних джерел. Нижча теплотворна здатність абсолютно сухої верби не відрізняється від інших порід деревини і становить приблизно 18 МДж/кг абсолютно сухої речовини. Порівняно з більшістю інших порід, деревина верби досить легка. Вона має високу тепловіддачу: чотири кубометри деревини замінює понад 500 м<sup>3</sup> природного газу або 700 кг бурого вугілля. У промислових насадженнях вихід сухої маси енергетичної тополі становить до 6-12 т/га. Насадження тополі залишаються продуктивними до 15-20 і більше років, а біомасу протягом цього періоду можна збирати через кожні три-шість років. Біосировину, яку отримують у процесі виробництва, можна використовувати як первинне паливо (у процесі згорання) або як вторинне - біометанол і деревний газ. [2]

**Мета досліджень** – проаналізувати тенденції розвитку вирощування швидкоростучих енергетичних рослин у лісовому господарстві та визначити роль застосування машин для дорожніх і лісотехнічних робіт у технології збирання рослинної біомаси.

**Результати досліджень.** Прогнозування розвитку вирощування швидкоростучих енергетичних рослин у лісовому господарстві, також актуальне і в сільськогосподарській галузі народного господарства, є науково-інформаційною базою планування та представляє один із його періодів. Прогнозування розкриває основні критерії економічного розвитку лісового господарства в перспективі, розглядає можливі варіанти планових рішень та шляхи активного впливу на розвиток продуктивних значущих факторів у лісовому господарстві відповідно до потреб і можливостей споживачів. Дані прогнозу використовують для розробки в перспективі на ближчі 15-20 років комплексних програм науково-технічного прогресу держави, схем розвитку і розміщення галузей, які служать передплановими матеріалами.

В Україні зокрема доцільно створювати енергетичні плантації на сільськогосподарських землях, що не використовуються або використовуються неефективно, що в такому разі дає нам великий потенціал. Оскільки порівнюючи із іншими енергетичними рослинами, верба та тополя також може рости і на

малородючих ґрунтах, які непридатні для вирощування злаків, бобів, коренеплодів і т. п., зводячи до мінімуму конкуренцію між біоенергетичними і продовольчими культурами.

Вибір тієї чи іншої енергетичної культури може вагомо вплинути на метаболізм рослин на закладеній площі та залежить від багатьох факторів: типу ґрунтів, місця знаходження ділянки (освітленість та доступ до вологи), вид ландшафту тощо. Обов'язково потрібно визначитись зі строками та способами посадки і збирання врожаю, його зберіганням, переробкою, транспортуванням.

Вирощування так званих енергетичних рослин включає великий і малий цикли (рис. 1), що складається із деяких етапів: великий цикл – підготовка плантації та обробіток ґрунту, посадка пагонів, сходження, технологічний зріз (проводиться на етапі однорічного насадження одноразово), збирання біомаси (проводиться на етапі три-чотирирічного віку насадження близько восьми раз із відповідною періодичністю), ліквідація плантації (завершальний етап); малий цикл (повторюється до десяти періодів) замикається із третього етапу – сходження – і продовжується до етапу збирання біосировини.

Зважаючи на вагомі переваги в лісогосподарській промисловості України, такі як прогнозована фіксована собівартість створення бізнесу (плантацій), отримання прибутку протягом довгого періоду (близько 20 років) при незначних витратах на догляд та збір урожаю, введення в обіг малопродуктивних земель, отримання в перший рік після посадки стабільного джерела сировини, надлишок якої можна реалізувати як посадковий матеріал, господарство стикається із деякими ризиками. Це довгий інвестиційний період, що повністю реалізується за 20-25 років, а також проект, новизна якого вимагає запозичення досвіду закордонних спеціалістів і пошук інвестора.

Ураховуючи, що із 1 липня 2015 року згідно постанов НКРЕКП № 1885 та 1886 від 30.06.2015 року затверджено роздрібні ціни на природний газ і встановлено роздрібні ціни для комунально-побутових, промислових і бюджетних установ, вартість природного газу приймаємо 8,95 грн. Решту цінових категорій було визначено як середню вартість пропозицій на ринку.

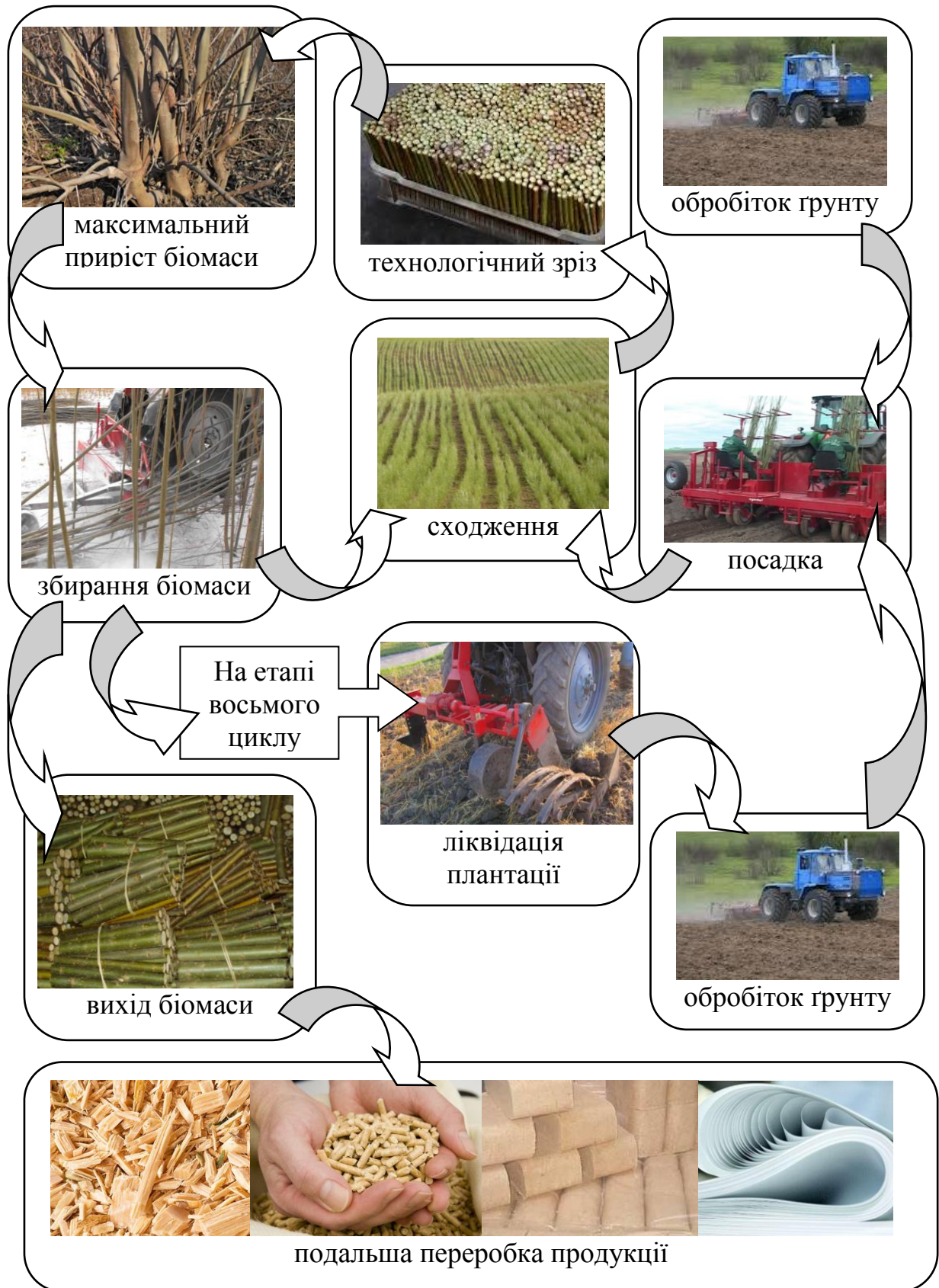


Рисунок 1 - Виробничі цикли біомаси енергетичних рослин.

Ураховуючи, що із липня 2015 року згідно постанов НКРЕКП № 1885 та 1886 від 30.06.2015 року затверджено роздрібні ціни на природний газ і



встановлено роздрібні ціни для комунально-побутових, промислових і бюджетних установ, вартість природного газу приймаємо 8,95 грн. Решту цінових категорій було визначено як середню вартість пропозицій на ринку.

Економічна ефективність використання енергоресурсу в грошовому еквіваленті станом на сьогодні для отримання 10 000 МДж приведена в табл.1.

Таблиця 1 - Показники економічної ефективності деяких видів палива.

Вид палива, що дає необхідну кількість енергії, умовна одиниця вимірювання	Вартість за умовну одиницю вимірювання, грн.	Потрібна кількість палива у відповідних одиницях вимірювання	Затрачені кошти на потрібні енергоресурси, грн.
паливні брикети, 1000 кг	1800	667 кг	1200,6
паливні гранули, 1000 кг	2050	588 кг	1205,4
дрова, 1000 кг	1250	806,5 кг	1008,1
природний газ, м <sup>3</sup>	8,95	314,5 м <sup>3</sup>	2814,8
буре вугілля, 1000 кг	1500	700 кг	1050
дизпаливо, л	15,5	285 л	4417,5
мазут, л	7	270,6 л	1894,2

Станом на сьогодні, із проведеного аналітичного дослідження випливає, що процес масового впровадження альтернативних видів палива неминучий, так як визначається об'єктивними причинами: швидким розвитком енергоощадних технологій, вирішенням екологічних проблем та підвищенням економічного рівня країни – і має вагомий економічний ефект у подачі тепла, для генерації якого використана рослинна біомаса, в порівнянні із менш конкурентно спроможним закордонним природним газом.

Зрештою, енергетична верба може суттєво сприяти вирішенню не тільки енергетичних, але й екологічних проблем: зумовлює очищення стічних вод та не призводить до збільшення концентрації CO<sub>2</sub> в атмосфері, будучи головним абсорбентом вуглекислого газу, і зменшуючи його кількість в атмосфері, оскільки безперервно дає приріст і нові пагони.

Перспективи розвитку вирощування верби як екологічно чистого відновлювального джерела енергії у лісовому господарстві має сенс лише верба як чагарникова рослина, оскільки обрані сорти і гібриди менше вразливі до хвороб, невибагливі до ґрунтових умов та мають наступний ряд переваг: високий виробничий потенціал; просту технологію створення плантацій насаджень, оскільки відсутня коренева система в саджанцях, що значно спрощує посадку і підвищує їхню приживлюваність; широкий діапазон генетичної мінливості; відсутність проблеми боротьби із комахами-шкідниками; фактор енергійного відновлювання після кожного збору біомаси, даючи по кілька нових пагонів, що відростають.

Одним із найенергоємніших процесів в такій галузі є технологія збору біомаси, що зумовлюється необхідністю використання механізації для підвищення продуктивності праці, економії трудових ресурсів та зменшення енергозатрат.

Оскільки бракує спеціальної розробленої вітчизняної техніки та технічних засобів для збирання верби, тополі та ін. твердопаливної сировини рослинного походження, на сьогоднішній день дуже розповсюджена комбайнова технологія збирання, яка полягає у зрізуванні і подрібненні рослин на ранній стадії їхнього розвитку та завантаженні подрібненої сировини в кузов транспортного засобу, що рухається поряд, що супроводжується частковими втратами щепи на етапі транспортування від комбайну до кузова. Представниками таких машин є New Holland (130 FB для FR 9090), BB-1000, Bender 6WG, JF 192, SPAPPERI RT500, Case IH 7000 series Austoft.

Силосозбиральні комбайни подрібнюють деревину на тріску фракцією від 50 мм до 70 мм, значення довжини якої є критичним щодо зберігання щепи такої вологості за результатами досліджень [3]. Це може спричинити процес загнивання і, навіть, призвести до самозаймання.

Заготівельні роботи доцільно проводити на плантаціях верболозу в зимовий період після опадання листя, що дасть можливість зменшити показник зольності сировини, і після замерзання ґрунту, що зменшить негативний вплив контакту ходових коліс агрегату на родючий ґрунтовий покрив, а подальшу переробку – з часом, коли вологість лози зменшиться у зв'язку з усушкою. Це має деякі вагомні переваги: полегшує складування і зменшує енергоємність процесу подрібнення. Такий технологічний процес можуть забезпечити ряд наступних машин: косарка Карпенка та косарка КО1, самохідна машина Empire 2000, причіпна машина NB STEMSTER III, причіпна снопов'зальна косарка AP Н/РМ та РКР-1,5.

Саме така технологія збирання біомаси є оптимальною і не затратною відносно інших.

За даними статистики у 57 підвідомчих підприємствах наявні 97 агрегатних роторних кущорізів, 94% із яких складають РКР-1,5.

Доцільно розглянути рубач коридорів роторний РКР-1,5 – одну із базових машин для дорожніх (розчищення придорожніх смуг) і лісотехнічних робіт – як машину, яка може бути пристосована для збирання рослинної біомаси та можливі оптимальні шляхи розвитку її застосування при збиранні біосировини.

Різальний апарат рубача розташовується позаду по ходу руху трактора. Такий робочий орган значно стійкіше працює при коливаннях і перекосах під час руху агрегату, не забивається рослинними рештками, а також дозволяє регулювати висоту зрізу рослинності.

Технологія збирання біомаси досить проста. Від ВВП через карданний вал, конічний редуктор і клинові паси трактора приводиться в дію ротор із закріпленими на ньому ножами. Попереду трактора, що наближається до насадження, штовхач прогинає рослини і, цим самим, створює попередньо напружену зону, тому на створення критичних напружень в наступних етапах руйнування потрібні менші витрати енергії. Далі зрізана біомаса падає на ґрунт.

В залежності від діаметру деревних і чагарникових прутів, які потрібно зрізувати, роторні кушорізи мають певні режими роботи. Єдиним їх недоліком є частково подрібнений зрізаний матеріал, який залишається на місці, виникає додаткова потреба використовувати підбирач, що не є негативним фактором і не впливає на якість технологічного процесу.

Перевагами використання машин із роторними робочими органами, які обладнані ножами інерційно-ударної дії, як РКР-1,5, дає можливість отримати значні короткочасні імпульси, цілком достатні при їх відносно невеликих розмірах для зрізання деревних і чагарникових енергетичних рослин. Енергія зрізання пристосованою машиною визначається наступною залежністю:

$$W = \frac{2}{3} r \sec[\lambda] \sqrt{\left( \frac{1}{(-1+\nu)^4 (\cos[\kappa] - \cos[2\lambda])^2} e^{\frac{Et}{\mu+\mu\nu}} (-1+h\nu k)^4 r_0^4 \nu n^2 \mu^2 \times \right.}$$

$$\left. \left( \frac{6(-1+\nu)(-34-23\sqrt{3}+6(10+7\sqrt{3})\nu) \cos\left[\frac{1}{2}(\kappa-2\lambda)\right] \cos[\lambda]}{2+\sqrt{3}} + \right. \right.$$

$$\left. + 6(-1+\nu) \left( 4 \cos\left[\frac{\kappa}{2}\right] \cos[\lambda] + (1-6\nu) \sin\left[\frac{\kappa}{2}\right] \sin[\lambda] \right) + \frac{1}{2+\sqrt{3}} \sin[\lambda] \right) \times$$

$$\times \left( (-22-21\sqrt{3}+(-2+13\sqrt{3})\nu+16(2+\sqrt{3})\nu^2) \cos\left[\frac{\kappa}{2}\right] \cos[\lambda] + \right.$$

$$\left. + 2(-2+3\sqrt{3}+(62+29\sqrt{3})\nu-28(2+\sqrt{3})\nu^2) \sin\left[\frac{\kappa}{2}\right] \sin[\lambda] \right)^2 +$$

$$\left. + \left( -\frac{6(-1+\nu)(-34-23\sqrt{3}+6(10+7\sqrt{3})\nu) \cos\left[\frac{1}{2}(\kappa-2\lambda)\right] \sin[\lambda]}{2+\sqrt{3}} + \right. \right.$$

$$\left. + 6(-1+\nu) \left( (-1+6\nu) \cos\left[\frac{\kappa}{2}\right] \cos[\lambda] - 4 \sin\left[\frac{\kappa}{2}\right] \sin[\lambda] \right) + \frac{1}{2+\sqrt{3}} \cos[\lambda] \right) \times$$

$$\times \left( 2(2-3\sqrt{3}-(62+29\sqrt{3})\nu+28(2+\sqrt{3})\nu^2) \cos\left[\frac{\kappa}{2}\right] \cos[\lambda] + \right.$$

$$\left. + (22+21\sqrt{3}+(2-13\sqrt{3})\nu-16(2+\sqrt{3})\nu^2) \sin\left[\frac{\kappa}{2}\right] \sin[\lambda] \right)^2 \sin[2\lambda]^2)$$

де  $E$  – модуль пружності лінійних деформацій;  $\nu$  – коефіцієнт Пуассона;  $k$  – модуль пружності об'ємних деформацій;  $x, y, z$  – осьові координати;  $h$  – висота зрізу від комлевої частини рослини;  $r_0$  – радіус поперечного перерізу прута на

висоті зрізання;  $l = \cos[\frac{\pi}{2} - \lambda]$ ,  $m = \cos[0]$ ,  $n = \cos[\lambda]$  - направляючі косинуси,  $t$  – час удару,  $\mu$  – модуль в'язкості матеріалу прута.

Застосування таких робочих органів зменшує енергозатрати і також підвищує продуктивність завдяки роботі машини як машини безперервної дії, а відсутність деревного пилу покращує санітарно-гігієнічні умови праці.

**Висновок.** Провівши аналіз, можна резюмувати, що нескладна технологія вирощування енергетичних культур дає можливість швидко отримувати максимальний приріст енергетично цінної біосировини, що значно сприяє швидкому тріумфу біопалива. А використання машин для дорожніх і лісотехнічних робіт при збиранні рослинної біомаси значно покращить умови праці та підвищить її продуктивність у сільсько- і лісогосподарській галузях.

### Список літератури

1. Справочник лесоведа. П. С. Пастернак, П. И. Молотков, И. Н. Патлай и др.; Под ред. П. С. Пастернака. — К.: Урожай, 1990,— 296 с.
2. <http://www.propozitsiya.com/?page=146&itemid=3624>
3. <http://ndipvt.com.ua/konf7/2/dumich1.htm>

### Аннотация

#### **ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ МАШИН ДЛЯ ДОРОЖНЫХ И ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИХ РАБОТ ПРИ УБОРКЕ РАСТИТЕЛЬНОЙ БИОМАССЫ**

Матюшенко Л. М.

*В статье изложены результаты прогнозирования развития выращивания энергетических растений в лесном хозяйстве, а также перспективы применения машин для дорожных и лесотехнических работ при уборке растительной биомассы.*

### Abstract

#### **PROSPECTS OF MACHINES FOR ROAD AND FORESTRY ENGINEERING WORKS OF HARVESTING WILLOW BIOMASS CROPS**

Matiushenko L. M.

*The article presents the results of prediction of growing energy crops in forestry and prospects of machines for road and forestry engineering works of harvesting willow biomass crops.*