

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ЛІСОТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ

Навчально-науковий інститут інженерної механіки, автоматизації
та комп'ютерно-інтегрованих технологій

Кафедра аграрної та лісової інженерії

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи на тему

Розроблення інженерних заходів з будівництва ділянки лісової автомобільної дороги в природно-виробничих умовах Страдчівського навчально-виробничого лісокомбінату НЛТУ України

Виконав: студент групи ЛІ-61м
спеціальності 205 Лісове господарство,
освітньо-професійної програми
Лісова інженерія
Манзак П. П.

Керівник: Рудько І. М.

Рецензент: Кендзьора Н. З.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ЛІСОТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ

Навчально-науковий інститут інженерної механіки, автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій
Кафедра аграрної та лісової інженерії
Рівень вищої освіти другий (магістерський) рівень
Спеціальність 205 "Лісове господарство"
Освітньо-професійна програма "Лісова інженерія"

ЗАТВЕРДЖУЮ

В. о. завідувача кафедри АЛІ



доцент Бакай Б. Я.

"02" жовтня 2025 року

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Манзаку Петру Павловичу

1 Тема роботи I.6 Розроблення інженерних заходів з будівництва ділянки лісової автомобільної дороги в природно-виробничих умовах Страдчівського навчально-виробничого лісокомбінату НЛТУ України

керівник роботи Рудько Ігор Михайлович, канд. техн. наук, доцент

затверджені наказом ректора університету від 29.07.2025 р. № С-461

2 Термін подання студентом роботи 16.12.2025 р.

3 Вхідні дані до роботи: базове підприємство – Страдчівський навчально-виробничий лісокомбінат НЛТУ України; рельєф місцевості – рівнинний та горбистий; тип місцевого ґрунту – суглинок легкий без кам'яних домішок; дорожнє покриття – із гранітного щебеню; підстильний шар – із дрібно-зернистого піску; автомобільний потяг-лісовоз – у складі тягача Урал-43202 й причепа-розпуску ГКБ-9019-012; вид дороги – автомобільна лісова вітка (лісопромислового призначення); проектний вантажообіг лісової автодороги – $3850 \text{ м}^3/\text{рік}$; тип району місцевості за зволоженням й поверхневим стоком вод – 2; зона за дорожнім районуванням територій й природними умовами будівництва – У-II; тривалість будівництва лісової автомобільної дороги – до 4 місяців

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):

1 Природно-виробничі умови функціонування Страдчівського навчально-виробничого лісокомбінату НЛТУ України

2 Технічні заходи з проєктування та будівництва ділянки лісової

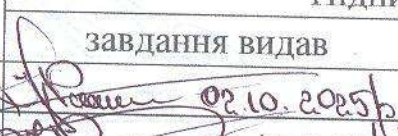
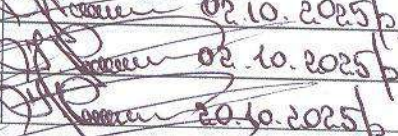
автодороги

3 Організування технічних заходів, спрямованих на удосконалення експлуатаційних характеристик лісових автодоріг Страдчівського навчально-виробничого лісокомбінату НЛТУ України

5 Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):

- 1 Поперечні профілі ґрунтового полотна лісової автодороги (2 аркуші)
- 2 Технологічна схема будівництва ґрунтового полотна лісової автодороги
- 3 Технологічна схема будівництва дорожнього одягу лісової автодороги
- 4 Календарний графік будівництва ділянки лісової автодороги
- 5 Мультимедійна презентація

6 Консультанти розділів роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Рудько І. М., доцент	 02.10.2025 р.	 20.10.2025 р.
2	Рудько І. М., доцент	 02.10.2025 р.	 14.11.2025 р.
3	Рудько І. М., доцент	 20.10.2025 р.	 12.12.2025 р.

7 Дата видачі завдання 02.10.2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Ч. ч.	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів кваліфікаційної роботи	Примітка
1	Природно-виробничі умови функціонування Страдчівського навчально-виробничого лісокомбінату НЛТУ України	02.10.2025 ... 20.10.2025 р.	
2	Технічні заходи з проектування та будівництва ділянки лісової автодороги	21.10.2025 ... 17.11.2025 р.	
3	Організування технічних заходів, спрямованих на удосконалення експлуатаційних характеристик лісових автодоріг Страдчівського навчально-виробничого лісокомбінату НЛТУ України	18.11.2025 ... 08.12.2025 р.	
4	Формування висновків та оформлення кваліфікаційної роботи	09.12.2025 ... 15.12.2025 р.	

Студент


(підпис)

Манзак П. П.

Керівник роботи


(підпис)

Рудько І. М.

РЕФЕРАТ

Випускна кваліфікаційна робота магістра: 94 с., 3 ч., 12 табл., 14 рис., 7 дод., 21 джерело.

Тема роботи – “Розроблення інженерних заходів з будівництва ділянки лісової автомобільної дороги в природно-виробничих умовах Страдчівського навчально-виробничого лісокомбінату НЛТУ України”.

ЛІСОВА ДОРОГА, ГРУНТОВЕ ПОЛОТНО, ВОДОПРОПУСКНИЙ МІСТ, ВОДОВІДВІДНА ТРУБА, РЕМОНТ.

Об’єкт дослідження – процес спорудження лісової автодороги з покриттям із щебеню.

Мета роботи – розробити технологію будівництва лісової автодороги та заходи щодо її ремонтування у поточних виробничих умовах.

Методи дослідження – методи гідрології, ґрунтознавства, інженерної геодезії та будівельної справи.

Охарактеризовано особливості розташування Страдчівського навчально-виробничого лісокомбінату Національного лісотехнічного університету України, його природно-кліматичні та ґрунтово-гідрологічні умови, стан ведення лісового господарства, лісозаготівлі й первинної обробки деревини, актуальний стан лісотранспортної інфраструктури.

Підібрано види та способи виконання підготовчих та основних дорожніх будівельних робіт, розроблено технології будівництва земляного полотна, дорожнього одягу, водовідвідних і водопропускних штучних споруд: дорожніх труб і малого моста, розраховано потребу в матеріальних та трудових ресурсах, календарний графік виконання дорожньо-будівельних робіт.

Опрацьовано ряд заходів щодо дотримання дорожньо-будівельними працівниками вимог охорони праці та збереження довкілля під час виконання дорожніх будівельних і ремонтних робіт.

ABSTRACT

Master's degree graduation thesis: 94 p., 3 ch., 12 tbl., 14 ill., 7 add., 21 literature sources.

Thesis topic – “Development of engineering measures for the construction of a forest motor road section in the natural and production conditions of the Stradchivsky Training and Production Forestry Complex of the Ukrainian National Forestry University”.

FOREST ROAD, EARTHLINGS ROADBED, CULVERT BRIDGE, DRAIN PIPE, REPAIR.

Study subject – the process of building a forest road with a crushed stone surface.

Research objective – develop a technology for building a forest road and measures for its repair under current production conditions.

Research methods – methods of hydrology, soil science, engineering geodesy and construction.

The features of the location of the Stradchivsky Training and Production Forestry Complex of the Ukrainian National Forestry University, its natural, climatic, soil and hydrological conditions, the state of forestry management, logging and primary wood processing, and the current state of the timber transport infrastructure are described.

Types and methods of performing preparatory and main road construction works were selected, technologies for the construction of the subgrade, road surface, drainage and culvert structures were developed: road pipes and a small bridge, the need for material and labor resources was calculated, and a calendar schedule for performing road construction works was developed.

A number of measures have been developed to ensure that road construction workers comply with occupational health and environmental protection requirements during road construction and repair work.

ЗМІСТ

ВСТУП	9
1 ПРИРОДНО-ВИРОБНИЧІ УМОВИ ФУНКЦІОНУВАННЯ СТРАДЧІВСЬКОГО НАВЧАЛЬНО-ВИРОБНИЧОГО ЛІСОКОМБІНАТУ НЛТУ УКРАЇНИ	11
1.1 Структура та ресурсна база підприємства	11
1.2 Стаціонарні науково-дослідні об'єкти підприємства	16
1.3 Демонстраційні об'єкти щодо проведення рубок догляду та рубок головного користування на підприємстві	19
1.4 Охорона праці, навколишнього середовища та безпека в надзвичайних ситуаціях	22
1.4.1 Заходи з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях	22
1.4.2 Заходи з охорони навколишнього середовища	25
2 ТЕХНІЧНІ ЗАХОДИ З ПРОЄКТУВАННЯ ТА БУДІВНИЦТВА ДІЛЯНКИ ЛІСОВОЇ АВТОДОРОГИ	27
2.1 Обґрунтування обраного типу та категорії лісової автотраси, а також ключових характеристик її спорудження	27
2.2 Організація системи для збору та відведення води вздовж траси лісової автодороги	28
2.3 Конструкційне оформлення поперечних розрізів дорожніх насипів і виїмок	29
2.3.1 Розрахунок ширини проїзної частини і земляного полотна на прямих плану	29
2.3.2 Обґрунтування конфігурації та габаритів дорожніх насипів і виїмок	30
2.4 Будова дорожнього покриття лісової автодороги	31
2.5 Здійснення робіт з підготовки до дорожньо-будівельних операцій	33
2.5.1 Відновлення попередньо закріпленої траси й закріплення її на місцевості	33

	7
2.5.2 Формування просіки	34
2.5.3 Усунення пнів з просіки шляхом їх викорчовування	36
2.5.4 Операції з облаштування траси та видалення родючого шару грунту	37
2.5.5 Розмітка ґрунтового полотна	38
2.6 Формування дорожнього ґрунтового полотна	38
2.6.1 Обґрунтування обсягу виконання ґрунтових робіт	38
2.6.2 Розподілення мас ґрунту при спорудженні нижньої будови лісової дороги та обґрунтування середніх відстаней його транспортування в межах смуги відведення землі	42
2.6.3 Етапи виконання робіт з формування дорожнього полотна	45
2.7 Формування дорожнього одягу	48
2.7.1 Обсяги використовуваних для будівництва лісової дороги матеріалів	48
2.7.2 Етапи виконання робіт зі зведення дорожнього одягу лісової автодороги	49
2.8 Облаштування лісової автодороги огороженнями й дорожніми знаками	58
2.9 Складання графіку виконання робіт із будівництва лісової автодороги	60
3 ОРГАНІЗУВАННЯ ТЕХНІЧНИХ ЗАХОДІВ, СПРЯМОВАНИХ НА УДОСКОНАЛЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЛІСОВИХ АВТОДОРІГ СТРАДЧІВСЬКОГО НАВЧАЛЬНО-ВИРОБНИЧОГО ЛІСОКОМБІНАТУ НЛТУ УКРАЇНИ	62
3.1 Улаштування місць для забезпечення зустрічного руху транспортних засобів на ділянках лісотранспортної мережі	62
3.2 Розрахунок необхідного додаткового оснащення лісової автодороги на кривих проєктних ділянках	64
3.2.1 Збільшення ширини проїзної частини та ґрунтового полотна	64
3.2.2 Збільшення ширини земляної смуги з огляду на	

	8
потребу забезпечення умов видимості для лісовозних автопоїздів	67
3.3 Проектування та зведення конструкцій для пропуску води	68
3.3.1 Зведення трубних конструкцій для пропуску води через грунтове полотно	69
3.3.2 Зведення малого водопропускного моста	73
3.4 Улаштування заходів з відновлення й обслуговування лісових автодоріг підприємства	74
3.4.1 Визначення сукупної протяжності лісових автодоріг транспортної системи підприємства та обґрунтування потреби у дорожніх ділянках	74
3.4.2 Визначення штатної чисельності та матеріально-технічного забезпечення дорожньої ділянки	76
3.4.3 Обґрунтування типів ремонту та переліку необхідних заходів	79
ВИСНОВКИ	82
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	84
ДОДАТКИ	87

ВСТУП

Лісові дороги на лісогосподарських підприємствах загалом й у Страдчівському навчально-виробничому лісокомбінаті (НВЛК) Національного лісотехнічного університету України (НЛТУ України) зокрема будують переважно для забезпечення необхідного доступу для ведення лісового господарства, заготівлі лісоматеріалів, виконання вимог пожежної безпеки та створення умов для відпочинку місцевого населення і гостей смт Івано-Франкове.

Добрі лісові дороги дозволяють працівникам Страдчівського НВЛК доглядати та отримувати доступ до різних ділянок лісу, виконувати плани управління та проводити заплановані лісогосподарські заходи, наприклад, відновлення лісів або їх проріджування (за потреби).

Лісові дороги відіграють визначальне значення для технологічного процесу лісозаготівлі та транспортування лісоматеріалів, а також для ефективного транспортування інших лісових продуктів з місця їх заготівлі й до місць відвантаження або попереднього оброблення.

Добре сплановані дорожні мережі Страдчівського НВЛК дозволяють пожежним бригадам швидко отримувати доступ до лісових ділянок з метою запобігання займання та гасіння лісових пожеж, а також потенційно використовувати лісові дороги як протипожежні проміжки і бар'єри для пожеж низької інтенсивності.

Лісові дороги підприємства часто на практиці використовуються громадськістю для отримання доступу до лісів й таких видів діяльності, як піші прогулянки, полювання, риболовля, верхова їзда та збір ягід чи грибів. Розвинута транспортна інфраструктура підприємства сприяє можливості оперативного видалення пошкоджених дерев після вітровалів або життєдіяльності комах з метою збереження цінності здорових лісових насаджень й запобігання подальшому поширенню шкідників або хвороб.

Окрім того, на окремих лісових ділянках Страдчівського НВЛК лісові дороги слугують для забезпечення доступу дослідників та громадськості до

місць проведення досліджень (лісових ділянок для проведення науково-дослідних робіт, що виділені для освітньо-наукових установ та інших профільних закладів).

У межах населеного пункту смт Івано-Франкове окремі лісові дороги Страдчівського НВЛК ведуть до приватних володінь й окремих господарських об'єктів комунальної інфраструктури.

Виходячи із вищезазначеного, лісові дороги підприємства є ключовим елементом сталого регіонального управління лісами, які забезпечують необхідний доступ для лісогосподарської діяльності й проведення захисних робіт. Тому в процесі розроблення інженерних заходів з будівництва ділянки лісової автомобільної дороги в природно-виробничих умовах Страдчівського НВЛК НЛТУ України необхідно забезпечити ретельне планування операцій та продумати раціональне проектування інженерних об'єктів, забезпечивши при цьому мінімальний негативний вплив техногенних факторів на навколишнє природне середовище.

1 ПРИРОДНО-ВИРОБНИЧІ УМОВИ ФУНКЦІОНУВАННЯ СТРАДЧІВСЬКОГО НАВЧАЛЬНО-ВИРОБНИЧОГО ЛІСОКОМБІНАТУ НЛТУ УКРАЇНИ

1.1 Структура та ресурсна база підприємства

В структурі Страдчівського навчально-виробничого лісокомбінату (НВЛК) НЛТУ України [1] необхідно виокремити такі його структурні підрозділи:

- Великопільське лісництво площею 2882 га (рис. 1.1)



Рисунок 1.1

- Лелехівське лісництво площею 1954 га (рис. 1.2)



Рисунок 1.2

- Страдчівське лісництво площею 1906 га (рис. 1.3)



Рисунок 1.3

- Деревообробний цех (рис. 1.4)



Рисунок 1.4

В цілому Страдчівський НВЛК НЛТУ України [1] розміщений на території Яворівщини на Львівщині на відстані за 25,6 км у північно-західному напрямку від міста Львова. Страдчівський НВЛК НЛТУ України розташований на загальній площі 6742 га у межах Великопільського лісництва (рис. 1.1), Лелехівського лісництва (рис. 1.2) і Страдчівське лісництва (рис. 1.3).

До початку другої світової війни ліси Страдчівського НВЛК НЛТУ

України належали, в основному, середнім та дрібним приватним власникам. Осінню, після завершення другої світової війни, з Янівського лісгоспу виділили 8059 га з метою створення Івано-Франкового навчального дослідного лісгоспу, який віддали у підпорядкування Львівській політехніці з метою навчати студентів факультету лісового господарства.

У 1962 р. прийняли оновлений статут підприємства, згідно якого лісгосп отримав нову назву, а саме Івано-Франківський навчальний виробничий лісгоспзаг з підпорядкуванням ЛЛТІ. У 1994 р. Івано-Франківський навчальний виробничий лісгоспзаг відповідно до наказу МОН України перейменували у Страдчівський НВЛК НЛТУ України.

Ліси Страдчівський НВЛК НЛТУ України розміщені у межах Розточчя, розташованого на північній та західній стороні Львівського й Бережанського водного розділювального плато.

З огляду на помітну різноманітність земної поверхні та ґрунтів, а також завдяки сприятливому клімату, у лісах Розточчя трапляються практично усі види деревних порід, притаманні лісовій зоні західних регіонів України. Загалом, на території лісгосподарського господарства налічується 51 різновид дерев та кущів.

У лісового бука тут розташована його межу поширення (північна зона), у сосни звичайної – межа південної та східної зон, у ялівця звичайного – східна зона, у білої ялиці й європейської ялини зустрічаються тільки фрагментарні біологічні групи. На торф'янистих ґрунтах, розташованих поблизу Івано-Франкових озер наявні північні релікти: *S. lapponum*, *Betula humilis*, *Pedicularis sceptrum*, *Salix livida*, *Saxifraga hirculus* *Polemonium coeruleum* тощо. На горбистих місцях й гористих територіях зустрічаються карпатські зразки, наприклад, *Polygonatum verticillatum*, *Belladonna officinalis*, *Aphoseris phoetida*, а на поверхнях скель із вапняку наявні релікти степу такі як *Koeleria glauca*, *Cotoneaster melanocarpa* тощо. Увесь цей набір фактів вказує на багатий видовий склад флори та її нерівномірний, мозаїчний розподіл, що значно підвищує значимість цієї території як осередку для освітньої діяльності та

проведення наукових студій.

Серед порід, що формують ліс, у Страдчівський НВЛК НЛТУ України чільне місце займають сосна звичайна, дуб черешчатий та скельний, а також бук лісовий. Залежно від характеристик ґрунту й рельєфної будови, ці породи утворюють високопродуктивні лісові угруповання: судіброви та діброви (дубові), суббучини та бучини (букові). При цьому субори трапляються нечасто, а бори – зовсім рідко. Варто зазначити, що ділянки суббучини в Україні можна знайти лише на Розточчі й у Кримських горах. Здебільшого лісові масиви складаються з природних, корінних деревостанів.

Лісовим насадженням, що належать лісовому господарському комплексу, притаманне вагоме значення з погляду захисту водних ресурсів, покращення санітарно-гігієнічних умов, регулювання клімату та естетичної привабливості. Лісові масиви підприємства слугують водозбірним басейном для Львівської області, звідки Львів отримує питну воду, а західні вітри приносять до міста свіже, насичене іонами та цілющими фітонцидами повітря. Завдяки своєму видовому багатству, врожаюм ягід, грибів та наявності лікарських трав, ліси цього підприємства в останні роки перетворилися на улюблену зону дозвілля для місцевого населення і гостей смт Івано-Франкове. Уся ділянка Страдчівського навчально-виробничого лісового комплексу класифікована як рекреаційні й оздоровчі ліси та інтегрована до 25-ти кілометрового зеленого поясу навколо міста Львова.

Найчастіше зустрічаються такі лісові типи: зволожені судіброви із граба й сосни (19%), свіжі судіброви із граба й сосни (19%), свіжі грабові бори із включеннями дуба (16%), свіжі грабові субори із включеннями дуба (10%).

Ділянки, де домінуючі деревні види не відповідають типовому лісовому насадженню, займають 670 га площ, що становить 1/10 частину усієї лісової території, здебільшого це зарості граба або берези.

Стосовно головних лісоутворюючих порід у деревних насадженнях, якими управляє Страдчівський НВЛК НЛТУ України, то це соснові породи (42,9%), а також породи дуба (21,8%) й бука (23,6%).

Ключові цілі управління лісовим господарством у Страдчівському НВЛК НЛТУ України полягають у досягненні найвищого рівня збереження лісових насаджень як елемента регулювання водного режиму, переході від вторинних лісонасаджень до первинних (корінних), а також у зростанні їхньої привабливості з точки зору природної цілісності. Сукупність лісогосподарських операцій, вжитих для реалізації цих цілей на підприємстві, була сформована, беручи до уваги роль лісового комплексу як фундаментального майданчика для проходження виробничої практики студентами НЛТУ України та інших закладів вищої освіти, а також проведення наукових досліджень професорсько-викладацьким складом, аспірантами й докторантами університету.

На території цього лісового господарства облаштували дендропарк, який займає площу 5 га. Нині там зафіксовано біля 370 таксонів дерев та кущів.

У 1969 р. було закладено головний розсадник площею 7 га, де культивують більш як вісім десятків видів деревних і кущових рослин. Серед основних порід, які домінують у вирощуванні, – сосна звичайна, дуб черешчатий, лісовий бук й європейська модрина. Окрім того, на підприємстві культивують такі цінні лісові культури, як псевдотсуга зелена та сіра, модрина японська, горіхи різних видів, амурський оксамитник, клен гостролистий (явір), липа, метасеквоя, сосна корейська кедрова, ялиця кілікійська та низка інших.

У структурі Страдчівському НВЛК НЛТУ України функціонує цех з розпилювання деревини, паркетний цех та механічна майстерня, призначена для оперативного технічного обслуговування деревообробних верстатів, технічних механізмів й апаратури, а також було організовано столярну дослідну ділянку.

Багатство природного середовища та лісового фонду, поряд із функціонуючими розсадними господарствами, молодняковими ділянками, дендропарком, винятковими спектрами лісових типів, а також наявними деревообробними підрозділами, створюють сприятливе підґрунтя для організування освітніх та виробничих стажувань, пізнавальних поїздок, науково-пошукової діяльності вчених університету.

На лісових землях Страдчівського НВЛК НЛТУ України студенти денної та заочної форм навчання ННІ Лісового і садово-паркового господарства, ННІ Інженерної механіки, автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій, ННІ Деревообробних технологій і дизайну проходять усілякі навчальні практики (насамперед з лісових культур і лісової селекції, лісової таксації, лісівництва, механізації робіт у лісовому й садово-паркового господарствах, дендрології, захисту лісових насаджень, ґрунтознавства та низки інших). Крім того, деякі види практик опановують і студенти, які навчаються в інших закладах вищої освіти західного регіону України.

1.2 Стаціонарні науково-дослідні об'єкти підприємства

На теренах Страдчівського НВЛК НЛТУ України [1] створено ряд стаціонарних науково-дослідних лісівничих об'єктів:

1. Стаціонар буковий.

Його закладено у 11 кв. Великопільського лісництва. Площа 2 га. Стаціонар буковий складається з 4-х секцій. Метою закладення стаціонару букового було вивчення впливу доглядових рубань різної інтенсивності на формування корінного деревостану бука. Рубання та таксаційні обміри проведено у 1970-х - 1990-х рр.

2. Стаціонар дубово-сосновий імені професора М. М. Горшеніна “Рубання головного користування”.

Його закладено у 1961 р. кафедрою лісівництва під керівництвом професора М. М. Горшеніна у 47 кварталі Страдчівського лісництва на площі 5 га. Складається він із 5-ти секцій. Метою закладення дубово-соснового стаціонару було вивчення впливу різних способів рубань на процеси природного відновлення лісу та лісове середовище, формування корінних грабово-дубово-соснових деревостанів природним насінневим шляхом. Експериментальні рубання було проведено у 1960-х - 1980-х рр. Чергові дослідження також було проведено у 1990-х - 2000-х рр.

3. Географічні культури бука європейського.

Географічні культури бука європейського закладені навесні 1995 р. під

керівництвом професора Г. Т. Криницького та доцента І. М. Швадчака у 4 кв. Великопільського лісництва в межах міжнародної програми “Оцінка генетичних ресурсів бука у Європі”, яка координувалася інститутом лісової генетики у німецькому Гросгансдорфі. В українській частині культур було представлено 13 вітчизняних екотипів бука, а також 1 молдавський екотип та 56 екотипів бука із Західної, Центральної та Південної Європи.

4. Плантація кедра європейського.

У 2000-х рр. у кв. 33 Лелехівського лісництва було закладено плантацію сосни кедрової європейської з метою вивчення її росту в умовах Розточчя та для подальшого розроблення рекомендацій щодо її інтродукції в лісові насадження та збору насіння.

5. Стационар “Півсібсові потомства сосни звичайної”.

Їх заклав професор Г. Т. Криницький у 1980-х - 1990-х рр. Зазначений стационар складається з 2-х ділянок: перша ділянка – це кв. 29 Лелехівського лісництва, а друга ділянка – це кв. 56 Страдчівського лісництва.

На першій ділянці стационару зростають потомства плюсових, нормальних та мінусових дерев страдчівської та буської популяції сосни урожаю 1980-х рр. На другій ділянці стационару площею 1,3 га зростають півсібсові потомства сосни звичайної урожаю 1990-х рр. страдчівської популяції.

6. Стационар “Мішані культури”.

Його закладено у 2000-х рр. у кв. 55 Страдчівського лісництва. Були створені лісові культури із введенням багатьох лісотвірних видів: сосни звичайної, дуба звичайного й дуба червоного, модрини європейської, явора та домішками самосіву граба, бука, осики, берези. Метою закладення стационару було дослідити процес взаємодії та конкуренції вищезазначених деревних видів.

7. Науково-виробничий 5-ти секційний стационар.

Цей стационар було закладено у 2013 р. кафедрою лісівництва під керівництвом професора Г. Т. Криницького у 1,2 кв. Великопільського лісництва на площі 4,6 га за участі головного лісничого Страдчівського НВЛК

НЛТУ України В. Й. Яхницького. Метою закладення стаціонару було вивчення у районі “Розточчя” впливу різних способів рубань на відтворення сосново-букових деревостанів насіннєвим і природнім способом.

8. Стаціонар “Палатки”.

Стаціонар закладено у 2000-х рр. у експериментальних культурах у кв. 40 Страдчівського лісництва. Метою закладення стаціонару було стеження за ростом і взаємовпливом автохтонних лісотвірних порід (сосна, дуб, бук і граб), а також з інтродукованими деревними породами, такими як японська модрина, червоний дуб, амурський оксамитник та інші.

9. Стаціонар “Модриновий”.

Цей стаціонар закладено у 2000-х рр. у кв. 52 Страдчівського лісництва шляхом створення експериментальних лісових культур модрини європейської за різними схемами змішування з різними деревними породами, такими як сосна звичайна, червоний дуб, бук, явір та інші.

Багаторічні стаціонарні дослідження взаємозв’язків у лісових насадженнях та їх змін через вплив рубань проводили працівники кафедри лісівництва НЛТУ України, зокрема М. І. Калінін, О. І. Бутейко, В. С. Пешко, В. М. Миронович, О. М. Щербакова, Р. Г. Зарубенко, М. М. Горшенін, Г. Т. Криницький.

Питання лісових культур на стаціонарних науково-дослідних об’єктах підприємства досліджували свого часу Г. О. Харитонов, М. Х. Осмола, М. М. Гром, Е. Г. Журавська, В. І. Сойко, Е. М. Падковський, М. М. Гузь, Ю. М. Дебринюк, О. С. Мельник.

Процеси розвитку шкідників і хвороб та інші аспекти захисту лісів на стаціонарних науково-дослідних об’єктах підприємства вивчали С. В. Шевченко, П. Ф. Кордуба, Н. І. Осипенко, В. П. Ковтунов.

Продуктивність лісових насаджень на стаціонарних науково-дослідних об’єктах підприємства досліджували свого часу Г. А. Ходот, А. П. Шепелев, матеріали лісовпорядження – В. П. Ковтунов.

Великий обсяг науково-дослідних робіт із вивчення дендрофлори, використання дрібномірної деревини, підсочки листяних порід проводили

працівники кафедри ботаніки і деревинознавства НЛТУ України, зокрема Т. М. Бродович, Ю. Ф. Осипенко, Н. Ф. Прикладовська, В. П. Рябчук.

1.3 Демонстраційні об'єкти щодо проведення рубок догляду та рубок головного користування на підприємстві

На території Страдчівського НВЛК НЛТУ України в 2020 і 2021 рр. під керівництвом професора кафедри лісівництва В. В. Лавного у рамках міжнародного наукового проєкту “Переформування соснових деревостанів до наближених до природи лісів в Україні – з особливим врахуванням стійкості до пожеж та екстремальних погодних умов, таких як посуха на засадах інтегрованого менеджменту пожеж” [1] закладено ряд науково-виробничих стаціонарів і демонстраційних об'єктів щодо проведення рубок догляду та рубок головного користування.

Метою проведеної науково-дослідної роботи було закладення довготривалого експерименту із вивчення способів рубок головного користування, які забезпечують природне поновлення головних деревних видів, а також щодо впливу рубок догляду на динаміку таксаційних показників деревостанів за різної інтенсивності та методу рубки для формування біологічно стійких деревостанів і збереження біологічного різноманіття.

Об'єкт цього наукового дослідження були деревостани основних лісотвірних деревних видів на території Страдчівського НВЛК НЛТУ України.

Предметом цього наукового дослідження був процес росту соснових деревостанів унаслідок здійснення рубок догляду з різними організаційно-технічними показниками та особливості природного поновлення деревних видів після різних способів рубок головного користування.

Основними методами проведених досліджень були лісівничо-таксаційні – які використовувались при закладанні пробних площ, а також методи математичної статистики, що були використані під час оброблення дослідних даних та проведення їх аналізу.

Практична цінність проведених наукових досліджень полягає в створенні науково-виробничих стаціонарів на території Страдчівського НВЛК НЛТУ

України з метою проведення семінарів для студентів та виробників з питань ведення наближеного до природи лісівництва.

В рамках проведення робіт було закладено 3 науково-виробничих стаціонари для вивчення успішності застосування рівномірно-поступових рубок головного користування у соснових, дубових і букових деревостанах на території Страдчівського лісництва і Великопільського лісництва комбінату.

Дослідження природного поновлення деревних видів проведені на двох ділянках у Страдчівському лісництві в 38 кв. 8 вид. у 114 річному сосновому деревостані в типі лісу свіжий грабово-дубово-сосновий сугруд (C_2 -Г-ДС). На одній ділянці було проведено перший прийом рівномірно-поступової рубки [1] з інтенсивністю 24% (рис. 1.5) , а на сусідній площі проведено суцільну вузьколісосічну рубку з наступним сприянням природному поновленню шляхом прокладання мінералізованих смуг.



Рисунок 1.5 – Вид соснового деревостану після проведення на ділянці 1-го прийому рівномірно-поступової рубки (Страдчівське лісництво ліскокомбінату)

У 138-ми річному деревостані свіжої грабово-соснової судіброви (C_2 -Г-СД) Лелехівського лісництва Страдчівського НВЛК НЛТУ України в 17 кв., вид. 5 досліджувались особливості природного поновлення деревних видів. Склад материнського деревостану – 9Дз1Гз+Сз,Бп. Дуб у складі деревостану представлено 2-ма поколіннями, а саме старовіковими і середньовіковими деревами. На цій ділянці взимку 5 років тому [1] було проведено перший

прийом рівномірно-поступової рубки з інтенсивністю 32% (рис. 1.6).



Рисунок 1.6 – Вид дубового деревостану після проведення на ділянці 1-го прийому рівномірно-поступової рубки (Лелехівське лісництво лісокомбінату)

Дослідження природного поновлення деревних видів для порівняння проводили у цьому ж типі лісу (С₂-Г-СД) на двох зрубках (кв. 25, вид. 8-9) у Лелехівському лісництві Страдчівського НВЛК НЛТУ України. На час суцільнолісосічної рубки склад материнського деревостану був 7Дз1Сз2Гз+Бп у віці 138 років. На ділянці 8.1 середній діаметр для породи дуба був 40 см, а на ділянці 9.1 – 36 см. Суцільнолісосічну рубку провели на обох цих ділянках взимку 5 років тому.

У буковому деревостані (рис. 1.7) Великопільського лісництва Страдчівського НВЛК НЛТУ України досліджували успішність природного поновлення деревних видів, зокрема після проведення весною 5 років тому [1] першого прийому рівномірно-поступової рубки (кв. 15, вид. 6). Площа рубки на той момент становила 0,9 га, а інтенсивність рубки – 32,1%. Вік деревостану зі складом 10 Бк на час проведення рубки становив 113 років.

У 95-ти річному сосновому деревостані свіжого дубово-соснового субору (В₂-ДС) Страдчівського лісництва Страдчівського НВЛК НЛТУ України (кв. 31, кв., вид. 5) для апробування групово-поступової рубки головного користування також було закладено науково-виробничий стаціонар, зокрема на лісовій ділянці сформовано 7 кругових “вікон” діаметром від 20 м до 40 м. На

4-х пробних площах було проведено сприяння природному поновленню деревних видів шляхом мінералізації ґрунту з використанням фрези. Рівномірно по усій території кожної з пробних площ було закладено облікові площадки розміром 1 м^2 , на яких безпосередньо проводився облік самосіву та підросту деревних видів. Кількість площадок становила від 13 до 49 шт. і залежала від величини / діаметра пробної площі.



Рисунок 1.7 – Вид букового деревостану після проведення на ділянці 1-го прийому рівномірно-поступової рубки (Великопільське лісництво)

Для проведення в подальшому рубок догляду в соснових деревостанах Страдчівського лісництва Страдчівського НВЛК НЛТУ України було закладено 5 науково-виробничих стаціонарів [1] з позначенням майбутніх дерев білою фарбою й обрізуванням на них гілок з використанням японських телескопічних пилок з розкладними ручками “Silky Hayate” (рис. 1.8, а). Загальний вигляд одного з таких стаціонарів представлено на рис. 1.8, б.

1.4 Охорона праці, навколишнього середовища та безпека в надзвичайних ситуаціях

1.4.1 Заходи з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях

Створення безпечних умов праці та запобігання нещасним випадкам є основою охорони праці під час виконання дорожньо-будівельних робіт на підприємстві.



Рисунок 1.8 – Виконання робіт у науково-виробничому стаціонарі з проведення рубок догляду у Страдчівському лісництві (кв. 12. вид. 10):
а – пила телескопічна з розкладними ручками для висотної обрізки дерев Silky Hayate 5000; *б* – вид деревостану

Вжиті для цього в Страдчівському НВЛК НЛТУ України заходи можна класифікувати на дві категорії: профілактичні (або так звані запобіжні) заходи та виробничі заходи.

До профілактичних заходів належать:

- ознайомлення та загальне консультування робітників, пояснення особливостей роботи та можливих небезпек під час будівництва лісових автодоріг;
- обов'язкове навчання з питань безпеки на виробництві;
- монтаж попереджувальних знаків, плакатів;
- сприяння правилам безпеки та виробничої гігієни;
- надання спеціалізованим установам актуальної інформації про охорону праці та безпеку праці.

Виробничі заходи передбачають виконання загальних заходів та особливих заходів під час виконання будівельно-технічних операцій. Розроблена технологія дорожнього будівництва загалом не є складною, а на дорожньо-будівельних роботах використовують типове сертифіковане устаткування.

Під час підготовчих робіт варто дотримуватися правил техніки безпеки, особливо при виконанні робіт, що використовують різні машини та устаткування.

Немає необхідності використовувати будь-які машини чи устаткування для відновлення та закріплення траси лісової дороги. Під час виконання цієї операції необхідно дотримуватись загальних правил безпеки (як при використанні сокир, молотків тощо).

З точки зору охорони праці та безпеки, при прорубуванні просіки є ряд небезпечних робіт, оскільки ці роботи виконують за допомогою бензинової пили Husqvarna 585. Роботи виконують відповідно до вимог, встановлених для лісозаготівельних операцій. Бульдозер на базі гусеничного сільськогосподарського трактора ДТ-75 викорчує пні і видаляє ґрунтово-рослинний шар, розчищаючи утворену смугу для будівництва. Ця робота є дещо небезпечною і повинна виконуватися відповідно до вимог безпеки.

Процес розбивання земляного полотна запроектовано виконувати також без використання машин і устаткування.

Основні роботи вимагають витрати значно більше енергії, тому чим більше устаткування тут використовують, тим більший ризик виникнення аварій. Використовуючи типові землерийні машини, такі як бульдозер на базі гусеничного сільськогосподарського трактора ДТ-75, самохідний грейдер ДЗ-180 та легкий одноосьовий пневматичний коток причіпного типу моделі ДУ-30, можна виконувати наземне будівництво без надлишкових ризиків травмування.

При будівництві збірних залізобетонних труб також існує ризик травмування, оскільки працівники перебувають у тісному контакті з секційними частинами збірних труб та оголовоків. У процесі сумісного ущільнення елементів збірних труб та оголовоків працівники стикаються з нагрітим герметиком на основі бітуму.

Спорудження дорожнього одягу здійснюється такими дорожніми машинами (згідно з спроектованою технологічною схемою): екскаватор New

Holland Kobelco E215 завантажує дрібнозернистий пісок та гранітний щебінь, автомобілі-самоскиди Dongfeng LD41 перевозять матеріали, самохідний грейдер ДЗ-180 розподіляє матеріали і планує дорожній одяг, поливальна машина Retech RTW 6000 набирає, транспортує та розподіляє воду по поверхні шарів, легкий одноосьовий пневматичний коток причіпного типу моделі ДУ-30 використовують для попереднього та остаточного утрамбування шарів дорожнього одягу. Ці процеси назагал є відносно безпечні, і якщо загальні експлуатаційні вимоги для дорожніх машин не порушувати, то ризик аварій буде мінімальним.

1.4.2 Заходи з охорони навколишнього середовища

Споруджувана на території Страдцівського НВЛК НЛТУ України лісова автодорога змінює природне середовище місцевості її будівництва, тому негативний вплив будівництва та обслуговування доріг необхідно всіляко зменшувати. Однак добре розвинена мережа транспортних шляхів у лісі може повною мірою використовувати свої ресурси, сприяти транспортуванню деревини та інших лісових продуктів до місць їх споживання та забезпечувати необхідні потреби місцевих мешканців, працівників лісу, туристів та інших громадян без завдання суттєвої шкоди для лісового середовища. Окрім того, загалом раціональне спорудження лісогосподарської транспортної інфраструктури покращує захист лісів від вогню та шкідників, а також сприяє поліпшенню екологічного та соціального розвитку інших секторів економіки регіону.

При виборі місць прокладання траси лісової дороги та обґрунтуванні необхідних операцій процесу будівництва, крім техніко-економічних показників, також враховано забезпечення мінімізації негативного впливу на навколишнє середовище протягом періоду будівництва та періоду експлуатації дороги. Тому прокладання цього лісового шляху лише незначно порушить наявний природний ландшафт.

Під час розроблення проєктних рішень враховано такі фактори:

- використано територію наявної ґрунтової дороги та кварталних

просік;

- улаштовано необхідні поздовжні ухили дна резервів і каналів для належного відведення води;
- забезпечено належний пропуск води через ґрунтові насипи шляхом улаштування збірних залізобетонних труб і малого моста;
- спроектовано ґрунтове полотно (нижню будову) завширшки 5 м та розроблено заходи для облаштувати лісової автодороги з улаштуванням роз'їздів та інших конструкцій;
- сплановано посилення проходів біля штучних споруд, щоб запобігти в подальшому їх розмиванню і руйнуванню.

Наявні екологічні вимоги [5, 7, 9, 10, 12, 13, 15, 20] у процесі прийняття технічних рішень теж враховано.

2 ТЕХНІЧНІ ЗАХОДИ З ПРОЄКТУВАННЯ ТА БУДІВНИЦТВА ДІЛЯНКИ ЛІСОВОЇ АВТОДОРОГИ

2.1 Обґрунтування обраного типу та категорії лісової автотраси, а також ключових характеристик її спорудження

Аби лісотransпортні засоби лісокомбінату демонстрували високу ефективність роботи, лісові шляхи мусять задовольняти базові критерії технічного, фінансового та природоохоронного характеру. Будівельні умови для дороги характеризуються рельєфом, що поєднує в собі рівнинні та горбисті ділянки. Проєкт будівництва лісової дороги передбачаємо розробити з дотриманням чинних технічних нормативів, перелік яких представлено у табл. 2.1.

Щодо водного режиму, режиму поверхневого стоку та загальних географічних умов, місцевість планування дорожнього полотна кваліфікується як така, що відповідає другому типу. Виходячи з кліматичного зонування лісових автодоріг та природних факторів у зоні лісової інфраструктури, вона потрапляє до третьої дорожньо-кліматичної зони [8, рис. 2.10] або ж до зони У-2 (центральної) згідно з дорожньо-кліматичним поділом території України [10, с. 106]. Ґрунтові води, відповідно до зазначених умов, чинитимуть мінімальний вплив на насичення ґрунту вологою, оскільки їх рівень залягає глибше, ніж півметра від земної поверхні, точніше, нижче позначки 0,5 м [5, с. 131].

Таблиця 2.1 – Ключові стандарти та вимоги до спорудження ділянки лісового автошляху

Ч. ч.	Найменування параметра	Один. вимір.	Значення	Джерело інформації
1	2	3	4	5
1	Тип лісової автодороги	-	вітка лісопр. признач.	[12, с. 58]
2	Наявність смуг для руху лісовозів	<i>шт.</i>	1	[12, табл. 8.1]
3	Швидкість руху лісовозів	<i>км/год</i>	20	[12, табл. 8.1]

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5
4	Протяжність: – проїзна частина лісової автодороги – земляне полотно лісової автодороги – узбіччя лісової автодороги	<i>м</i>	3,5 5 0,75	[8, табл. 8.1] [8, табл. 8.1] [12, с. 44]
5	Уклон у поперечному напрямі: – проїзна частина лісової автодороги – земляне полотно лісової автодороги – узбіччя лісової автодороги	‰	30 30 30	[12, табл. 2.12] [8, с. 63] [8, табл. 8.4]
6	Проектна відстань видимості для лісової автодороги: – для поверхні лісової автодороги – для зустрічного лісовоза	<i>м</i>	30 60	[10, табл. 51] [10, табл. 51]
7	Найменший радіус кривої в плані	<i>м</i>	30	[20, табл. 51]
8	Проектний радіус кривої ділянки траси на поздовжньому профілі лісової автодороги: – опукла крива – увігнута крива	<i>м</i>	250 250	[8, табл. 8.1] [8, табл. 8.1]
9	Ухил керівний на підйом	‰	60	[8, табл. 8.1]
10	Ухил зрівноважений на спуск	‰	80	[5, с. 35]
11	Різниця уклонів для облаштування кривих у вертикальній площині	‰	30	[8, с. 205] [5, с. 36]
12	Проектне підвищення підшви дорожнього одягу над рівнем: – поверхні ґрунту – підземних ґрунтових вод	<i>м</i>	0,6 1,7	[5, табл. 2.5] [5, табл. 2.5]

2.2 Організація системи для збору та відведення води вздовж траси лісової автодороги

Аби забезпечити відведення стоків води з ґрунтової поверхні по боках лісової автодороги, формуємо придорожні рови завглибшки до 0,6 м. На погано дренованих ґрунтах (наприклад, легких суглинках), де нахили вздовж траси

значні (більш як 50‰) та наявне інтенсивне зволоження, облаштовуємо канали трапецієподібної форми. Розмір глибини придорожніх ровів відраховуємо від рівня ґрунту. Загальний подовжній ухил водовідвідного каналу має бути не менше ніж 3-5‰. Нахил дна придорожнього рову по довжині провадимо відповідно до відміток проектного профілю. Зважаючи на локальні особливості місцевості, обґрунтовуємо доцільність застосування трапецієподібних каналів відповідно до вимог [8, 12]. Глибина придорожнього рову в такому разі становитиме 0,6 м, а його нижня частина (на рівні дна) матиме ширину 0,4 м [5, табл. 2.13]. Схили придорожніх трапецієподібних каналів, ухил у подовжньому напрямі яких не перевищує 50‰, проектуємо укріплювати висіванням багаторічних трав.

2.3 Конструкційне оформлення поперечних розрізів дорожніх насипів і виїмок

Формування поперечних розрізів дорожніх насипів і виїмок здійснюємо до зразком відповідно до типових поперечних перерізів, притаманних лісовим шляхам у третій дорожньо-кліматичній зоні [8, рис. 2.10] або ж зоні У-2 (центральної) згідно з дорожньо-кліматичним поділом території України [10, с. 106].

Укладання насипних секцій дорожнього полотна плануємо виконувати з використання місцевого ґрунту, а саме легкого суглинку.

2.3.1 Розрахунок ширини проїзної частини і земляного полотна на прямих плану

Протяжність ґрунтового полотна на прямих відрізках плану траси лісової автодороги (рис. 2.1) у такому разі становитиме

$$B = b + 2c = 2,72 + 2 \cdot 0,75 = 4,22 \text{ м}, \quad (2.1)$$

де b - габарит для проїзної частини лісової автодороги, м;

c - габарит для ширина узбіччя лісової автодороги, м; згідно з попередньо

прийнятими даними $c = 0,75$ м (табл. 2.1).

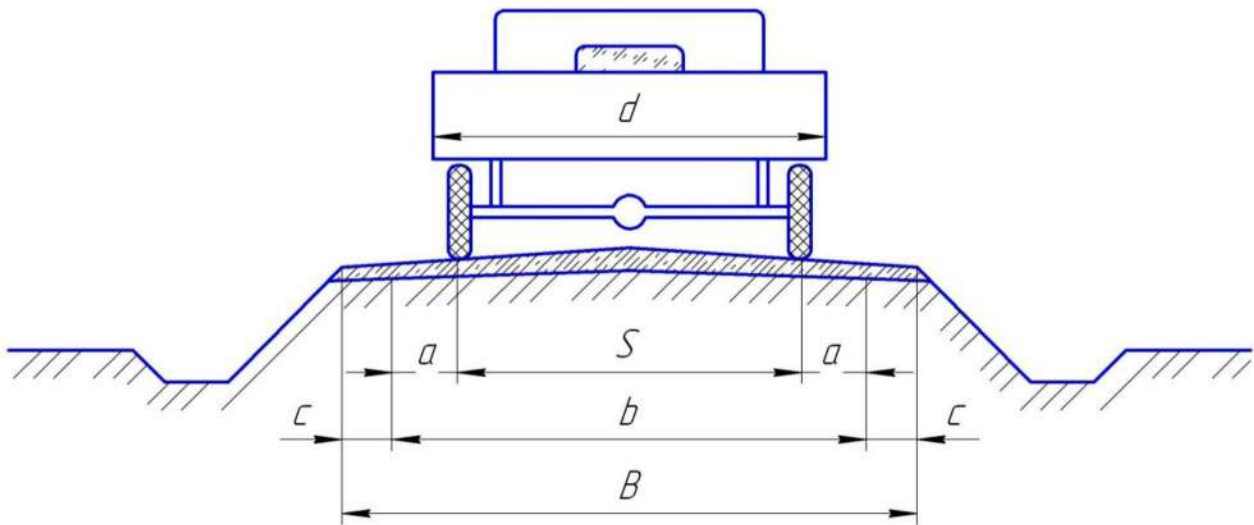


Рисунок 2.1 – Обґрунтування габариту ґрунтового полотна для лісової автодороги та габариту для її проїзної частини на прямих відрізках шляху

Габарит для проїзної частини лісової автодороги

$$b = s + 2a = 1,82 + 2 \cdot 0,45 = 2,72 \text{ м}, \quad (2.2)$$

де s - габарит колії для лісовоза Урал-43202 + ГКБ-9019-012, м; $s = 1,82$ м;

a - протяжність від межі проїзної частини до відбитку колеса лісовоза, м; $a = 0,45$ м [8, с. 45].

Зіставивши регламентовані (табл. 2.1) та обчислені величини параметрів, у процесі продовження роботи беремо до уваги вищі показники, а саме: $B = 5$ м, $b = 3,5$ м, $c = 0,75$ м.

2.3.2 Обґрунтування конфігурації та габаритів дорожніх насипів і виїмок

Поперечні розрізи дорожніх насипів і виїмок лісової автодороги розробляємо, керуючись настановами [5, табл. 2.10-2.13] та типовими поперечними перетинами лісових автодоріг, рекомендованими у [8, рис. 8.9].

Резерви у формі виїмок розміщуємо на вищому схилі відносно

поздовжньої осі лісової автодороги. Глибину резерву варіюємо у межах від 0,6 м до 1,5 м [5, с. 78]. Поперечний ухил дна резерву приймаємо таким: 20‰ у напрямку від дорожнього насипу (для ширини резерву до 10 м), а при ширині понад 10 м – у напрямку до його центральної частини. Уклон зовнішньої межі резерву має крутизну 1:1 [5, с. 78], тоді як внутрішній схил формуємо з ухилом 1:3 (якщо висота дорожнього насипу до 1 м) або 1:1,5 (якщо висота дорожнього насипу понад 1 м).

Рішення щодо уклонів укосів дорожніх насипів обґрунтовуємо на основі [5, табл. 2.10], а також з огляду на інформаційні дані, представлені у [8, рис. 8.9].

Для забезпечення ефективного водовідведення з поверхні дорожніх насипів і виїмок, поперечний профіль ґрунтового полотна передбачаємо влаштувати двосхилим із уклоном $i_{zn} = 30 \text{ ‰}$, визначеним у табл. 2.1.

2.4 Будова дорожнього покриття лісової автодороги

Дорожнє покриття проектного типу, що містить кам'яний матеріал – гранітний щебінь, належить до категорії нежорстких покриттів [5, с. 1. 116]. Для перевірки на міцність і жорсткість розробленої конструкції дорожнього покриття лісової автодороги та визначення глибини шарів такого нежорсткого дорожнього одягу спершу здійснимо розрахунок інтенсивності середньодобового обсягу транспортного потоку

$$N = 1,5 \cdot \frac{Q_p \cdot \alpha \cdot K_{ze}}{A \cdot Q_n} = 1,5 \cdot \frac{3850 \cdot 4 \cdot 0,1}{180 \cdot 12,21} = 1,05 \text{ авт/добу}, \quad (2.3)$$

де 1,5 - додатковий множник, що відображає ефект від наявних господарських перевезень;

Q_p - загальний обсяг лісоматеріалів, перевезених лісовою дорогою за рік, м^3 ; $Q_p = 3850 \text{ м}^3$;

α - число вантажних осей автотранспортного засобу у складі тягача Урал-

43202 й причепа-розпуску ГКБ-9019-012; $\alpha = 4$;

$K_{зв}$ - коригувальний множник для тягача Урал-43202; $K_{зв} = 0,1$;

A - період експлуатації лісової автодороги протягом календарного року;
 $A = 180$ днів;

Q_n - фактичний обсяг вантажів, який перевозить лісовоз у складі тягача Урал-43202 й причепа-розпуску ГКБ-9019-012, m^3 ; $Q_n = 12,21 m^3$.

Тепер потрібно встановити показники міцності для ґрунту, що є на місці будування лісової автодороги (легкий суглинок), конструкційного елемента, що забезпечує дренаж (дрібнозернистий пісок), а також матеріалу, з якого споруджуватимемо власне дорожнє покриття (гранітний щебінь), оперуючи даними з [5, табл. 4.9], [5, табл. 4.13] та [5, табл. 4.11].

Тип ґрунту, що є на місці будування лісової автодороги (легкий суглинок), не має потрібних дренажних властивостей. Через це на початковій стадії розрахунку обираємо двошарову схему дорожньої конструкції (рис. 2.2), де як нижній шар закладаємо дрібнозернистий пісок, що в подальшому сприятиме дренажу.

Також слід встановити показники міцності для ґрунту, що є на місці будування лісової автодороги (легкий суглинок), для матеріалу, що забезпечує дренаж (дрібнозернистий пісок), а також для матеріалу, що формує дорожнє покриття (гранітний щебінь): $E_0 = 5,5$ МПа [5, табл. 4.9], $E_1 = 15$ МПа [5, табл. 4.13], $E_2 = 55$ МПа [5, табл. 4.11].

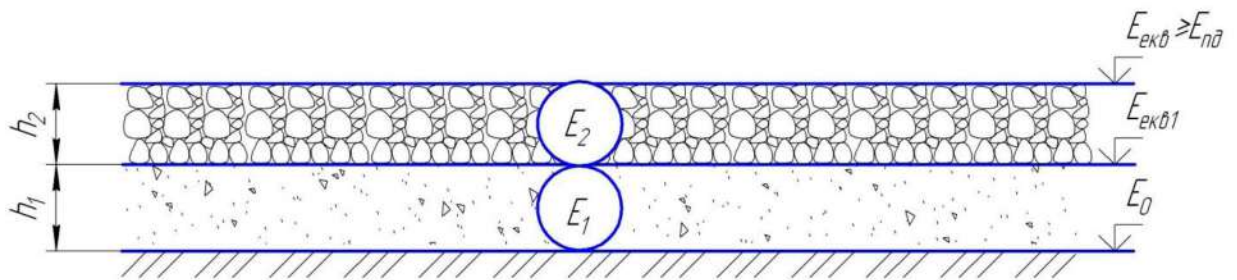


Рисунок 2.2 – Форма та параметри двошарового дорожнього одягу лісової автодороги

З огляду на вищезазначене, приймаємо найменшу дозволена товщину покриття, $h_2 = 15 \text{ см}$ [15, табл. 2.1]. Відповідно до цього, покриття матиме таку конструкцію: робоча товщина 12 см з додатковим шаром завтовшки 3 см , призначеним для зношування у процесі технічної експлуатації. Шар дрібнозернистого піску становитиме $h_1 = 15 \text{ см}$ згідно з вимогами [5, табл. 2.1] (враховуючи технологічні аспекти, середньодобову транспортну завантаженість та показники міцності дорожньо-будівельних матеріалів, які використовуватимемо у дорожньому будівництві).

При влаштуванні ґрунтового полотна лісової автодороги з матеріалів, що не забезпечують належний дренаж, і за умови, коли ширина узбіччя не перевищує 1 м , конструкцію дорожнього одягу проєктуватимемо у формі серпоподібного поперечного перерізу.

2.5 Здійснення робіт з підготовки до дорожньо-будівельних операцій

2.5.1 Відновлення попередньо закріпленої траси й закріплення її на місцевості

Зміст виконання цих робіт полягає у поновленні встановлених маркерів на місцевості, що були розміщені після попереднього проведення геодезичного обстеження шляху, а також у закріпленні ключових орієнтирів поза межами виділеної смуги. Для реалізації цих цілей проєктуємо здійснити такі кроки:

- закріпити та зафіксувати кілками основні (пiketи) та додаткові (плюси) точки на місцевості;
- закріпити та зафіксувати кілками точки зміни напрямку осі траси, здійснити розбивку кривих ділянок лісової автодороги;
- установити візирні вздовж усього маршруту траси лісової автодороги;
- окреслюють межі виділеної території для будівництва лісової автодороги;
- вказати межові лінії для різних методів зрізання дерев, корчування пнів й виїмання коріння, усунення заліснення й рослинності.

Робочою зоною, що охоплює ця операція, є уся довжина прокладання

дорожнього маршруту. До виконання завдань проектуємо залучити дорожню ланку чисельністю п'ять осіб, яких плануємо забезпечити як геодезичними приладами, так і звичайними ручними інструментами.

Витрати людино-днів, необхідні для реалізації даної технологічної операції, становитимуть

$$T = \frac{L_{mp}}{H} = \frac{2540}{90} = 28,22 \text{ люд-дні}, \quad (2.4)$$

де L_{mp} - протяжність дорожнього маршруту, м; $L_{mp} = 2540$ м;

H - нормативна продуктивність на одну особу дорожньої ланки, м/зміну;

$$H = \frac{450}{5} = 90 \text{ м/зміну} [5, \text{ с. 178}].$$

Час роботи для зазначеної операції

$$t = \frac{T}{Ч} = \frac{28,22}{5} = 5,64 \text{ днів} \approx 6 \text{ днів}, \quad (2.5)$$

де $Ч$ - число осіб в дорожній ланці, осіб; $Ч = 5$ осіб.

2.5.2 Формування просіки

Виконуватиме цю роботу ланка із семи робітників, маючи у своєму розпорядженні наявну у Страдцівському НВЛК НЛТУ України техніку: бензопилу моделі Husqvarna 585, колісним трелювальним трактором МТЗ 82.2-Л, а також сокири та інше ручне приладдя, додержуючись чинних лісозаготівельних норм. У процесі формування просіки плануємо здійснювати валку дерев, обрізку суччя, розкряжування лісоматеріалів на сортименти та їх подальше підтрелювання. Там, де передбачаємо влаштовувати насипи заввишки від 0,5 до 1 м, дерева мають бути спиляні до ґрунтового рівня; в інших ситуаціях (як-от насипи до 0,5 м, а також придорожні рови та водовідвідні канали) необхідно викорінювати пні чи цілі дерева.

Обсяги спиляної деревини визначимо на підставі проведених таксаційних розрахунків. Облікова кількість заготовлених в процесі формування просіки лісоматеріалів

$$V_p = S_p \cdot q = 2,93 \cdot 345 = 1011 \text{ м}^3, \quad (2.6)$$

де S_p - площа прорубуваної просіки, га;

q - запас деревини на 1 га, $\text{м}^3/\text{га}$; $q = 345 \text{ м}^3/\text{га}$.

Площа сформованої просіки під лісову автодорогу

$$S_p = \frac{B_{с.в.} \cdot \ell_p}{10^4} = \frac{12 \cdot 2440}{10^4} = 2,93 \text{ га}, \quad (2.7)$$

де $B_{с.в.}$ - габарит дорожньої смуги, м; для споруджуваного типу лісової автодороги $B_{с.в.} = 12 \text{ м}$ [8, с. 17];

ℓ_p - протяжність сформованої просіки, м; $\ell_p = 2540 - 100 = 2440 \text{ м}$.

Витрати машино-змін, необхідні для реалізації даної технологічної операції, становитимуть

$$T = \frac{V_p}{\Pi_{зм}} = \frac{1011}{50} = 20,22 \text{ маш - зміни}, \quad (2.8)$$

де $\Pi_{зм}$ - обсяг лісоматеріалів, заготовлених бензопилою Husqvarna 585 упродовж робочої зміни, $\text{м}^3/\text{зміну}$; $\Pi_{зм} = 50 \text{ м}^3/\text{зміну}$ [8, с. 179].

Час роботи для зазначеної операції

$$t = \frac{T}{M} = \frac{20,22}{2} = 10,11 \text{ зміни} \approx 10 \text{ днів}, \quad (2.9)$$

де M - прийняте число бензопил на виконанні робіт, *шт.*; $M = 2$ *шт.*

2.5.3 Усунення пнів з просіки шляхом їх викорчовування

Усувати пні для улаштування насипів заввишки не більше 0,5 м, а також для технологічних зон виїмок, канав та резервів буде бульдозер на базі гусеничного сільськогосподарського трактора ДТ-75, наявний у Страдцівському НВЛК НЛТУ України.

Продуктивність зазначеного гусеничного бульдозера при викорчовуванні пнів із діаметром до $d_{\text{пн}} = 25$ см складає $\Pi_{\text{зм}} = 220$ *шт/зміну* [5, с. 179].

Обсяг пнів, що потребують викорчовування у процесі формування дорожньої просіки, розраховуємо таким чином

$$V_{\kappa} = n_{\delta} \cdot S_{\kappa} = 575 \cdot 1,95 = 1121 \text{ шт}, \quad (2.10)$$

де n_{δ} - число ростучих дерев, *шт / га*; для ділянки прокладання лісової автодороги усереднений запас лісоматеріалів складає $q = 345$ $\text{м}^3/\text{га}$, а усереднений об'єм одного лісоматеріалу складає $q_1 = 0,6$ м^3 , тому для ділянки прокладання лісової автодороги $n_{\delta} = 345 / 0,6 = 575$ *шт / га*;

S_{κ} - площа просіки, де потрібно викорчовувати пні дерев, *га*;

$$S_{\kappa} = \frac{\ell_p \cdot B_{\kappa}}{10^4} = \frac{2440 \cdot 8}{10^4} = 1,95 \text{ га}, \quad (2.11)$$

де B_{κ} - ширина ділянки, де потрібно викорчовувати пні дерев, *м*; $B_{\kappa} = 8$ *м*.

Витрати машино-змін, необхідні для реалізації даної технологічної операції, становитимуть

$$T = \frac{V_{\kappa}}{\Pi_{\text{зм}}} = \frac{1121}{220} = 5,1 \text{ маш - зміни}, \quad (2.12)$$

Час роботи для зазначеної операції обчислимо за формулою (2.9), для якої попередньо приймемо $M = 1 \text{ шт}$,

$$t = 5,1 / 1 = 5,1 \text{ дня} \approx 5 \text{ днів}.$$

2.5.4 Операції з облаштування траси та видалення родючого шару ґрунту

В рамках виконання цієї технологічної операції необхідно здійснити вивільнення виділеної ділянки від органічних решток лісозаготівлі, каменів-валунів, деревного коріння, а також зняти верхній шар ґрунту з рослинністю.

Вказані роботи проектуємо виконувати за допомогою бульдозера на базі гусеничного сільськогосподарського трактора ДТ-75, розрахункова продуктивність якого становить $\Pi_{зм} = 3,5 \text{ га/зміну}$ [5, стор. 179]. Під час виконання робіт потрібно буде розчистити дорожню смугу площею

$$V_{p.z.} = L_{тр} \cdot (B_{с.е.} + B_z) \cdot 10^{-4} = 2540 \cdot (12 + 10) \cdot 10^{-4} = 5,59 \text{ га}, \quad (2.13)$$

де $L_{тр}$ - протяжність траси, м; $L_{тр} = 2540 \text{ м}$;

B_z - ширина ділянки, де проектуємо облаштовувати трасу та видаляти родючий шар ґрунту, м; $B_z = 10 \text{ м}$.

Витрати машино-змін, необхідні для реалізації даної технологічної операції, становитимуть

$$T = \frac{V_{p.z.}}{\Pi_{зм}} = \frac{5,59}{3,5} = 1,60 \text{ маш - зміни}, \quad (2.14)$$

Час роботи для зазначеної операції розрахуємо за формулою (2.9), де попередньо приймемо $M = 1 \text{ шт}$,

$$t = \frac{1,60}{1} = 1,6 \text{ дня} \approx 2 \text{ дня}.$$

У попередньому розпушенні місцевого суглинку немає потреби, оскільки наявний бульдозер на базі гусеничного сільськогосподарського трактора ДТ-75, здатний працювати з легкими суглинками без необхідності попереднього розпушення [5, табл. 5.3].

2.5.5 Розмітка ґрунтового полотна

Після проведеної розчистки необхідно здійснити розмітку ґрунтового полотна по всьому профілю траси, зокрема зафіксувати кілочками, шаблонами та віхами розташування країв насипів, виїмок та резервів; позначити кути нахилу укосів насипів, а також необхідні висоти насипів. Обсяги робіт та час виконання розмітки ґрунтового полотна ідентичні тим, що були визначені для етапу відновлення та закріплення траси, оскільки роботи виконуватиме та сама ланка робітників з тією самою питомою продуктивністю праці одного робітника. Узагальнені дані щодо підготовчих етапів представляємо у табл. 2.2.

2.6 Формування дорожнього ґрунтового полотна

2.6.1 Обґрунтування обсягу виконання ґрунтових робіт

Об'єм ґрунтових робіт, необхідний для формування поперечного профілю ґрунтового полотна, вираховуємо на основі встановлених технічних параметрів лісової автодороги у відповідних точках між проектними позначками. Для цього виконаємо програмний розрахунок обсягу виконання ґрунтових робіт (табл. 2.3). Для виконання обчислень використовуватимемо такі характеристики:

a - площа перерізу водовідвідної призми, m^2 ; $a = 0,25 \cdot B^2 \cdot i_{zn}$;

B - габарит ґрунтового полотна лісової автодороги, m ; $B = 5 m$;

i_{zn} - передбачений у поперечному напрямку уклон для ґрунтового полотна;

$i_{zn} = 0,03$ (табл. 2.1).

Таблиця 2.2 – Виконання технологічних операцій під час підготовчих робіт

Ч. ч.	Найменування технологічних робіт	Виконання технологічних робіт, ПК і плюс		Одиниця виміру	Обсяг технологічних робіт	Технічне оснащення технологічних робіт	Застосовано технічних засобів / трудових ресурсів		Заграти ресурсів технічних / трудових		Час виконання робіт, днів
		від	до				ма-шин	робіт-ників	маш-змін	люд-днів	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Відновлення попередньо закріпленої траси й закріплення її на місцевості	0+00	25+40	м	2540	геодезичні прилади, ручний інструмент	-	5	-	28,22	6
2	Формування просіки	0+00 2+00	1+00 25+40	м ³	1011	бензопила Husqvarna 585, трелювальний трактор МТЗ 82.2-Л	2 / 1	7	30,33	70,77	0,8 9,2
3	Усунення пнів з просіки шляхом їх викорчування	0+00 2+00	1+00 25+40	шт.	1121	бульдозер на базі сільськогосподарського трактора ДТ-75	1	1	5,10	5,10	0,4 4,6

Продовження таблиці 2.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4	Операції з облаштування траси та видалення родючого шару грунту	0+00	25+40	га	5,59	бульдозер на базі сільськогоспо- дарського трактора ДТ-75	1	1	1,60	1,60	2
5	Розмітка ґрунтового полотна	0+00	25+40	м	2540	геодезичні прилади, ручний інструмент	-	5	-	28,22	6
Всього											29

Для виконання вказаних обчислень використовуватимемо також такі характеристики:

H_c - усереднена висотна позначка суміжних відміток, м;

$$H_c = 0,5 \cdot (H_1 + H_2);$$

m_1, m_2 - коефіцієнти нахилу схилів ґрунтового насипу; $m_1 = m_2 = 1,5$ (3) [5, табл. 2.10];

h_k - глибина закладання бокового кювета, м; $h_k = 0,8$ м [5, табл. 2.13];

d_k - ширина закладання бокового кювета на рівні його дна, м; $d_k = 0,4$ м [5, табл. 2.13];

n_1, n_2 - параметри уклону бокових стінок дорожнього кювета; $n_1 = n_2 = 1,5$ [5, табл. 2.13].

Таблиця 2.3 – Визначення об'ємів земляних робіт згідно з відмітками поздовжнього профілю лісової автодороги

Пікет	Плюс	Робочі відмітки, м		Середня робоча відмітка $H_{ср} = (H_1 + H_2) / 2$		Коефіцієнт укосу насипу			Площа поперечного перерізу, м ²		Відстань, м	Основний об'єм, м ³		Додатковий об'єм, м ³		Загальний об'єм, м ³	
		насип	виймка	насип	виймка	m_1	m_2	виймки	насип	виймка		насип	виймка	насип	виймка	насип	виймка
0	0	0,42	0,00	0,485	0	3	1,5	0	3,142	0	100	314,2	0,0	0,0	0,0	314,2	0,0
1	0	0,55	0,00	2,125	0	1,5	1,5	0	17,586	0	65	1143,1	0,0	80,6	0,0	1223,7	0,0
1	65	3,70	0,00	2,95	0	1,5	1,5	0	27,991	0	35	979,7	0,0	0,0	0,0	979,7	0,0
2	0	2,20	0,00	1,325	0	1,5	1,5	0	9,446	0	100	944,6	0,0	38,3	0,0	982,9	0,0
3	0	0,45	0,00	0,245	0	3	1,5	0	1,548	0	100	154,8	0,0	0,0	0,0	154,8	0,0
4	0	0,04	0,00	0,335	0	3	1,5	0	2,115	0	100	211,5	0,0	0,0	0,0	211,5	0,0
5	0	0,63	0,00	0,64	0	3	1,5	0	4,309	0	100	430,9	0,0	0,0	0,0	430,9	0,0
6	0	0,65	0,00	0,89	0	3	1,5	0	6,420	0	100	642,0	0,0	0,0	0,0	642,0	0,0
7	0	1,13	0,00	1,39	0	1,5	1,5	0	10,036	0	100	1003,6	0,0	0,0	0,0	1003,6	0,0
8	0	1,65	0,00	1,1	0	1,5	1,5	0	7,503	0	100	750,3	0,0	15,1	0,0	765,4	0,0
9	0	0,55	0,00	0,415	0	3	1,5	0	2,650	0	100	265,0	0,0	0,0	0,0	265,0	0,0
10	0	0,28	0,00	0,735	0	3	1,5	0	5,078	0	100	507,8	0,0	0,0	0,0	507,8	0,0
11	0	1,19	0,00	0,595	0	3	1,5	0	3,959	0	56	221,7	0,0	14,9	0,0	236,6	0,0
11	56	0,00	0,00	0	0,465	1,5	1,5	0	0,000	4,6975	44	0,0	206,7	0,0	0,0	0,0	206,7
12	0	0,00	0,93	0	0,465	1,5	1,5	0	0,000	4,6975	22	0,0	103,3	0,0	0,0	0,0	103,3
12	22	0,00	0,00	1,625	0	1,5	1,5	0	12,273	0	78	957,3	0,0	103,0	0,0	1060,3	0,0
13	0	3,25	0,00	3,325	0	1,5	1,5	0	33,396	0	10	334,0	0,0	0,0	0,0	334,0	0,0
13	10	3,40	0,00	1,96	0	1,5	1,5	0	15,750	0	90	1417,5	0,0	93,3	0,0	1510,8	0,0
14	0	0,52	0,00														
Всього											1400	10278,0	310,0	345,2	0,0	10623,2	310,0

не перевищує 1,5 (2) м, використовуватиметься бульдозер на базі гусеничного трактора ДТ-75. Переміщення ґрунту здійснюватиметься як поперек, так і вздовж осі дороги на ділянках завдовжки до 100 м.

Таблиця 2.4 – Розподілення мас ґрунту вздовж траси лісової автодороги

Ч. ч.	Границі ділянки		Спосіб як перемі- щувати ґрунт	Усереднена віддаль транспортування ґрунту (рис. 2.3), м	Застосована машина	Об'єм робіт з транспортування ґрунту, м ³		Виробничий об'єм транспортування ґрунту, м ³
	поча- ток	кінець				для насипів	для виїмок	
1	0+00	1+20	Ψ	11	бульдозер на базі гусеничного сільськогосподарського трактора ДТ-75	690,7	-	690,7
2	1+20	2+40	Ω	60		2220,1	-	2220,1
3	2+40	11+56	Ψ	10		4807,3	-	4807,3
4	11+56	12+45	Λ	50		310	310	310
5	12+45	13+55	Ω	55		1839,7	-	1839,7
6	13+55	16+62	Ψ	12		2010,4	-	2010,4
7	16+62	17+85	Ω	62		2072,1	-	2072,1
8	17+85	18+39	Ψ	17		752	-	752
9	18+39	19+61	Ω	61		1547	-	1547
10	19+61	25+40	Ψ	11		3133	-	3133
Всього						19382,3	310	19382,3

Відповідно до плану розподілу масивів ґрунту (табл. 2.4) виконуватимемо транспортування ґрунту за такими напрямками:

Λ – при розробленні виїмки у насип (рух уздовж осі лісової автодороги, розрахункова середня відстань транспортування ґрунту визначається як відстань між центрами мас транспортованих обсягів ґрунту);

Ω – із локалізованого притрасового резерву до насипу (переміщення уздовж осі лісової автодороги, середня віддаль розраховується як половина

довжини споруджуваної ділянки лісової автодороги);

Ψ – з бокового притрасового кар'єру (резерву) безпосередньо у тіло насипу (рух бульдозера – перпендикулярно осі дороги).

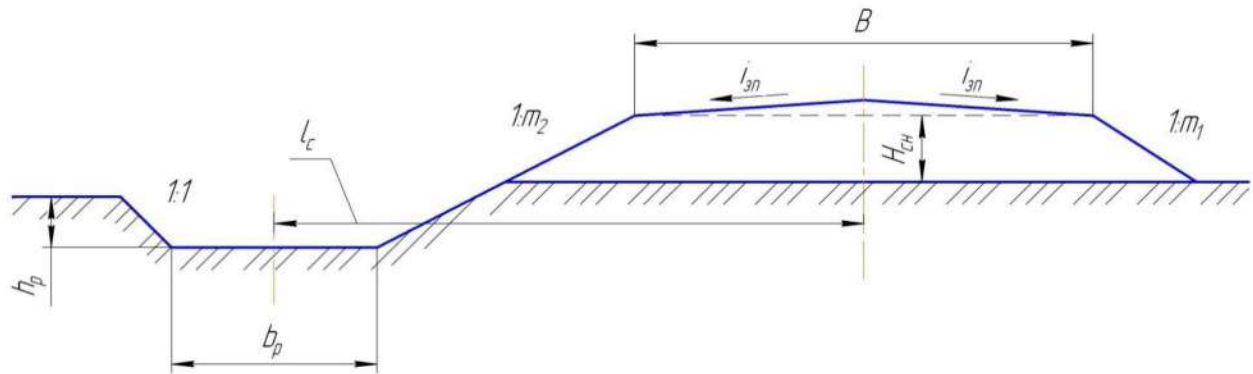


Рисунок 2.3 – Обчислення середньої віддалі транспортування ґрунту (уперек до осі лісової автодороги) і висоти ґрунтового насипу при спорудженні його з бічного притрасового резерву

На рис. 2.3 використано такі позначення:

- B - відстань між крайками ґрунтового полотна, м; $B = 5$ м;
- m_c - усереднений коефіцієнт уклону для ґрунтового насипу;
 $m_c = 0,5 \cdot (m_1 + m_2)$;
- m_1, m_2 - значення коефіцієнтів уклону для схилів ґрунтового насипу на певній ділянці; $m_1 = 1,5$, $m_2 = 1,5$ (3);
- a - площа перетину водовідвідної призми, m^2 (у перпендикулярному до осі дороги напрямку); $a = \frac{B^2 \cdot i_{3n}}{4} = \frac{5^2 \cdot 0,03}{4} = 0,19$ m^2 ;
- m_2 - коефіцієнт уклону для ґрунтового насипу від сторони розміщення резерву; $m_2 = 1,5$ (3);
- h_p - глибина закладання притрасового резерву, м; визначається згідно з висотою насипу, в середньому $h_p \approx 0,6$ м [5, с. 78];
- k - число закладених притрасових резервів; $k = 1$ [5, с. 78];
- n - коефіцієнт уклону для притрасових резервів з зовнішньої сторони;

$n = 1$ [5, с. 78].

2.6.3 Етапи виконання робіт з формування дорожнього полотна

Запропонований спосіб будівництва насипів складається з наступних послідовних технологічних операцій:

– бульдозер формує ґрунт, транспортує його на місце насипу та укладає шарами;

– автогрейдер виконує пошарове вирівнювання та формування профілю ґрунту;

– дорожній коток здійснює пошарове ущільнення ґрунту.

Формувати і транспортувати ґрунт у насип проектуємо бульдозером на базі гусеничного сільськогосподарського трактора ДТ-75. Продуктивність формування і транспортування ґрунту цим бульдозером встановлюємо згідно з [5, рис. 5.6, табл. 5.3], відповідно, для таких усереднених віддалей переміщення: $\ell_{c1} = 11 \text{ м}$, $\ell_{c2} = 60 \text{ м}$, $\ell_{c3} = 50 \text{ м}$, тобто $\Pi_{зм1} = 2300 \text{ м}^3/\text{зміну}$, $\Pi_{зм2} = 550 \text{ м}^3/\text{зміну}$, $\Pi_{зм3} = 700 \text{ м}^3/\text{зміну}$.

Самохідним грейдером ДЗ-180 проектуємо виконувати планування та профілювання ґрунтової поверхні. Продуктивність цієї землерийно-транспортувальної машини становить

$$\Pi_{зм} = \left(\frac{T \cdot K_e}{2n} - t_{не} \right) \cdot v = \left(\frac{8 \cdot 0,7}{2 \cdot 8} - 0,01 \right) \cdot 2,78 = 0,95 \text{ км/зміну}, \quad (2.17)$$

де T - час зміни роботи, год; $T = 8 \text{ год}$;

K_e - коефіцієнт, що відображає ефективність застосування автогрейдера;
 $K_e = 0,7$ [5, с. 187];

n - число проходжень по одному місці шляху; $n = 8$ [5, с. 187];

$t_{не}$ - час, витрачений автогрейдером ДЗ-180 на розворот, год; $t_{не} = 0,01 \text{ год}$ [5, с. 187];

v - швидкість, з якою рухається автогрейдер ДЗ-180 у процесі роботи, км/год; $v = 2,78$ км/год [5, табл. 5.9].

Для ущільнення ґрунтових шарів проєктуємо застосувати легкий одноосьовий пневматичний коток причіпного типу моделі ДУ-30. Його виробнича потужність при роботі зі зв'язними ґрунтами (зокрема, легким суглинком) становить $\Pi_{зм} = 600$ м³/зміну [5, табл. 5.10]. Максимальна товщина шару ґрунту, що може бути ущільнена котком ДУ-30, встановлена на рівні $h_{\max} = 0,25$ м [5, табл. 5.10].

Провідною землерийною машиною на технологічному потоці зі спорудження ґрунтового полотна вважатимемо бульдозер на базі гусеничного сільськогосподарського трактора ДТ-75 (зважаючи на наявні вимоги до провідної машини).

Виходячи з розрахункової продуктивності цієї провідної машини $\Pi_{зм}$, визначимо протяжність гону для технологічного потоку зі спорудження ґрунтового полотна

$$\ell_z = \frac{\ell_\partial}{\frac{V_{\partial 1}}{\Pi_{зм1}} + \frac{V_{\partial 2}}{\Pi_{зм2}} + \frac{V_{\partial 3}}{\Pi_{зм3}}} = \frac{2540}{\frac{11393,4}{2300} + \frac{7678,9}{550} + \frac{310}{700}} = 131,21 \text{ м}, \quad (2.18)$$

де ℓ_∂ - довжина шляху, котрий прокладає провідна машина, м; $\ell_\partial = 2540$ м;

V_∂ - об'єм робіт, виконаний провідною машиною, м³.

У підсумку, протяжність гону приймаємо рівною $\ell_z = 130$ м.

Витрати трудових ресурсів на виконання технологічних операцій обчислюємо, застосовуючи формулу (2.8), базуючись на продуктивності використовуваних машин $\Pi_{зм}$ і запланованому об'ємі робіт V_p . Час, потрібний для поетапного завершення технологічних операцій (табл. 2.5), визначимо, скориставшись формулою (2.9).

Таблиця 2.5 – Показники технологічних етапів спорудження ґрунтового полотна лісової автодороги

Ч. ч.	Найменування технологічних операцій	Одиниці вимірювання	Обсяги запланованих робіт	Спеціалізована техніка	Продуктивність даної техніки / протяжність транспортування ґрунту	Трудові витрати, обліковані у машинно-змінах	Чисельність одиниць техніки, шт	Тривалість виконання етапу, змін	Показник раціонального використання техніки
1	Процес розроблення і переміщення ґрунту (в насип із бокового резерву)		11393,4	бульдозер на базі	2300 (11 м)	4,95		4,95 (5)	
2	Процес розроблення і переміщення ґрунту (в насип із зосередженого резерву)	м ³	7678,9	гусеничного сільськогосподарського трактора ДТ-75	550 (60 м)	13,96	1	13,96 (14)	0,97
3	Процес розроблення і переміщення ґрунту (в насип із виїмки)		310	рейдер ДЗ-180	700 (50 м)	0,44		0,44 (1)	
1 ... 3	Процес планування і профілювання шарів ґрунту	км	$2,54 \cdot 4 = 10,16$		0,95	10,69	1	10,69 (11)	0,53
1 ... 3	Процес ущільнення ґрунту земляного полотна	м ³	19382,3	коток ДУ-30	600	32,3	2	16,15 (16)	0,81

Показники раціонального використання техніки встановлюємо відповідно до фактичного часу t_i (змін), витраченого машиною на виконання завдань, та часу, який буде працювати провідна машина t_6 ($t_6 = 20$ змін), тобто

$$K_6 = t_i / t_6. \quad (2.19)$$

2.7 Формування дорожнього одягу

2.7.1 Обсяги використовуваних для будівництва лісової дороги матеріалів

Обсяг матеріалів, які використовуватимуться для спорудження дорожнього одягу (гранітний щебінь, дрібнозернистий пісок) визначимо за такою формулою

$$V = K_y \cdot h \cdot b \cdot \ell \cdot \alpha \cdot p, \quad (2.20)$$

де K_y - емпіричний коефіцієнт, що враховує потребу ущільнювати дорожньо-будівельний матеріал; $K_y = 1,1$ [15, с. 23];

h - загальна товщина конструктивного шару дорожнього полотна, м;
 $h_1 = h_2 = 0,15$ м;

b - ширина робочої зони проїзної частини, м; $b = 3,5$ м;

ℓ - загальна протяжність лісової автодороги, м; $\ell = 2540$ м;

α - коефіцієнт, що враховує резервні потреби (витрати дорожньо-будівельних матеріалів на формування бокових частин узбіччя лісової автодороги, оскільки поперечний профіль є серповидним); $\alpha = 1,2$ [15, с. 23];

p - частка певного типу дорожньо-будівельного матеріалу у загальній структурі дорожнього одягу; для однорідних конструкційних матеріалів, що складаються з гранітного щебеню чи дрібнозернистого піску, це значення

дорівнює $p = 1$.

Потреба гранітного щебеню та дрібнозернистого піску для спорудження верхньої будови лісової автодороги

$$V = 1,1 \cdot 0,15 \cdot 3,5 \cdot 2540 \cdot 1,2 \cdot 1 = 1760,22 \text{ м}^3.$$

Виходячи зі специфіки використаної технології будівництва та собівартості етапів виконання робіт, обсяг води, потрібної для дорожнього одягу, розраховуватимемо відповідно до встановлених стандартів в порядку виконання зазначених етапів.

2.7.2 Етапи виконання робіт зі зведення дорожнього одягу лісової автодороги

Докладно проведемо розрахунки для етапів спорудження двошарової дорожньої конструкції дорожнього одягу лісової автодороги із серпоподібним поперечним перерізом. В конструкції дорожнього одягу дорожнє покриття із гранітного щебеню укладемо на підстильний шар із дрібнозернистого піску (з урахуванням умов місцевості за ступенем зволоження (тип 2) та характеристик дорожньо-кліматичної зони III (У-II)).

Ширина ґрунтової основи для лісової автодороги встановлена на рівні 5 м, тоді як проїзна частина матиме ширину 3,5 м, а узбіччя з кожного боку – по 0,75 м. Глибину піщаного підстильного шару визначена на рівні 15 см, і так само 15 см становитиме товщина щебеневого покривного шару. Поперечний ухил як самого ґрунтового полотна, так і бокових узбіч та проїзної частини встановлюємо на рівні 30‰.

Для будівництва лісової автодороги доведеться доставляти дорожньо-будівельні матеріали на такі відстані: гранітний щебінь – 21 км, дрібнозернистий пісок – 14 км, воду для потреб будівництва доставлятимуть на відстань 6 км.

Сумарна товщина дорожньої одягу на рівні крайки ґрунтової основи

$$h_6 = 30 - \frac{500}{2} \cdot (0,03 - 0,03) = 30 \text{ см.}$$

Ширина основи ґрунтової основи на рівні нижньої частини дорожнього одягу

$$B' = B + 2m \cdot (h_1 + h_2) = 5 + 2 \cdot 1,5 \cdot (0,15 + 0,15) = 5,9 \text{ м.}$$

З огляду на значні обсяги перевезення й розвантаження дрібнозернистого піску та гранітного щебеню, провідною технічною одиницею визначено автомобілі-самоскиди Dongfeng LD41, чію продуктивність розраховуємо наступним чином

$$P_{зм} = \frac{(T - t_{н.з.}) \cdot q \cdot k_6}{\left(\sum t_{np} + 120 \cdot \sum \frac{\ell_i}{v_i} \right) \cdot \rho}, \quad (2.21)$$

де T - час зміни роботи, *хв*; $T = 480$ *хв*;

$t_{н.з.}$ - час на виконання підготовчих операцій, *хв*; $t_{н.з.} = 30$ *хв* [15, с. 14];

q - вантажопідйомність автомобіля-самоскида Dongfeng LD41 з урахуванням складних лісоексплуатаційних умов, *т*; $q = 5,8$ *т*;

k_6 - показник, що характеризує ступінь використання автомобіля-самоскида Dongfeng LD41 у технологічно-транспортному процесі; $k_6 = 0,85$ [15, с. 14];

$\sum t_{np}$ - час технологічних зупинок автомобіля-самоскида протягом циклу перевезення, *хв*; $\sum t_{np} = 15$ *хв* [15, с. 14];

ℓ_i - відстань, на яку доставляють дрібнозернистий пісок і гранітний щебінь, *км*;

v_i - швидкість пересування автомобіля-самоскида Dongfeng LD41 в складних лісоексплуатаційних умовах, км/год; $v_i = 27$ км/год;

ρ - щільність дрібнозернистого піску і гранітного щебеню, т/м³.

Під час доставки до траси лісової автодороги дрібнозернистого піску фактична продуктивність самоскида Dongfeng LD41 складе

$$P_{зм} = \frac{(480 - 30) \cdot 5,8 \cdot 0,85}{\left(15 + 120 \cdot \frac{14}{27}\right) \cdot 1,6} = 17,96 \text{ м}^3/\text{зміну}.$$

Під час доставки до траси лісової автодороги гранітного щебеню фактична продуктивність самоскида Dongfeng LD41 складе

$$P_{зм} = \frac{(480 - 30) \cdot 5,8 \cdot 0,85}{\left(15 + 120 \cdot \frac{21}{27}\right) \cdot 1,75} = 11,7 \text{ м}^3/\text{зміну}.$$

Щоб забезпечити ефективну роботу інших дорожньо-будівельних машин потоку, для спорудження верхньої будови лісової автодороги залучимо п'ять автомобілів-самоскидів Dongfeng LD41 для доставки гранітного щебеню. Протяжність гону спецпоток з будівництва верхньої будови лісової автодороги розрахуємо на основі сукупної змінної продуктивності цих п'яти автомобілів-самоскидів Dongfeng LD41

$$l_z = \frac{5 \cdot 11,70 \cdot 2540}{1760,22} = 84,42 \text{ м} \approx 80 \text{ м}.$$

З урахуванням чинних норм та технічних характеристик, обираємо моделі та марки допоміжної техніки, необхідної для зведення дорожнього одягу лісової автодороги, а також визначаємо змінну продуктивність цих машин.

Відповідно до рекомендацій та техніко-експлуатаційних характеристик

підбираємо типи та марки допоміжних машин для процесу будівництва дорожнього одягу лісової дороги.

Зокрема продуктивність екскаватора моделі New Holland Kobelco E215 становитиме

$$P_{зм} = \frac{3600 \cdot T_z \cdot q \cdot k_n \cdot k_e \cdot k_m}{T_u \cdot k_p}, \quad (2.22)$$

де T_z - час зміни роботи, год; $T = 7$ год;

q - місткість ковша екскаватора (для складних лісоексплуатаційних умов), m^3 ; $q = 0,25 m^3$;

k_n, k_m, k_p - показники, якими беремо до уваги ступінь заповнення ковша, вплив характеристики ґрунту щодо складності розробки та ефект від його попереднього розпушення [15, табл. 4.2];

k_e - коефіцієнт, що характеризує робочу ефективність екскаватора з урахуванням його технологічних зупинок; $k_e = 0,87$ [15, табл. 4.3];

T_u - час, необхідний для виконання екскаватором повного робочого циклу, с [15, табл. 4.4].

Проведемо обчислення змінної продуктивності екскаватора моделі New Holland Kobelco для технологічної операції розроблення й навантаження дрібнозернистого піску

$$P_{зм} = \frac{3600 \cdot 7 \cdot 0,25 \cdot 1,05 \cdot 0,87 \cdot 1}{12 \cdot 1,1} = 435,99 m^3/зміну.$$

Для технологічної операції завантаження гранітного щебеню розрахункова змінна продуктивність екскаватора New Holland Kobelco E215 дорівнюватиме

$$P_{зм} = \frac{3600 \cdot 7 \cdot 0,25 \cdot 1 \cdot 0,87 \cdot 0,95}{12 \cdot 1,2} = 361,59 \text{ м}^3/\text{зміну}.$$

Що ж до операцій з рівномірного розподілення дрібнозернистого піску та гранітного щебеню, а також наступного формування та вирівнювання їхніх шарів, то розрахункова змінна продуктивність самохідного грейдера ДЗ-180 для цих процесів становитиме

$$P_{зм} = \frac{T \cdot \ell_z \cdot B \cdot k_e}{\left(\frac{2 \ell_z}{v} + t\right) \cdot n} = \frac{8 \cdot 80 \cdot 5,9 \cdot 0,8}{\left(\frac{2 \cdot 80}{2620} + 0,1\right) \cdot 7} = 2679,25 \text{ м}^2/\text{зміну}, \quad (2.23)$$

де T - час зміни роботи, год; $T = 8$ год;

ℓ_z - протяжність гону, м; $\ell_z = 80$ м;

B - ширина смуги розсипання дрібнозернистого піску та гранітного щебеню для формування серпоподібного поперечного профілю дорожнього покриття, м; $B = B' = 5,9$ м;

k_e - коефіцієнт ефективності застосування самохідного грейдера ДЗ-180;

$k_e = 0,8$;

v - фактична швидкість пересування автогрейдера у межах будівельного майданчика, м/год; $v = 2620$ м/год [15, дод. 6];

t - час, витрачений на розвороти у кінцях будівельного майданчика, год; $t = 0,1$ год [15, с. 17];

n - число разів проходження (обробки); $n = 7$ [15, с. 17].

Продуктивність поливальної машини моделі Retech RTW 6000, яка забирає, перевозить та порційно розподіляє воду, необхідну для дорожнього будівництва,

$$P_{зм} = \frac{(T - t_{н.з.}) \cdot Q \cdot k_e}{t_1 + t_2 + 120 \cdot \frac{\ell_i}{v_i}} = \frac{(480 - 20) \cdot 6 \cdot 0,6}{9 + 14 + 120 \cdot \frac{6}{24}} = 31,49 \text{ м}^3/\text{зміну}, \quad (2.24)$$

де T - час зміни роботи, *хв*; $T = 480 \text{ хв}$;

$t_{н.з.}$ - час на підготовчі заходи, *хв*; $t_{н.з.} = 20 \text{ хв}$ [15, с. 15];

Q - об'єм цистерни згідно з технічним паспортом, *м*³; $Q = 6 \text{ м}^3$;

k_e - коефіцієнт, що характеризує ступінь ефективності роботи поливальної машини (в складних лісоексплуатаційних умовах); $k_e = 0,6$;

t_1 - час, потрібний для наповнення автоцистерни водою, *хв*; $t_1 = 9 \text{ хв}$ [15, дод. 11];

t_2 - час, витрачений на процес розподілу води, *хв*; $t_2 = 14 \text{ хв}$ [15, дод. 11];

ℓ_i - відстань, на яку перевозимо воду до траси лісової автодороги, *км*;
 $\ell_i = 6 \text{ км}$;

v_i - робоча швидкість поливальної машини (в складних лісоексплуатаційних умовах), *км/год*; $v_i = 24 \text{ км/год}$ [15, с. 14].

При здійсненні ущільнення дрібнозернистого піску, а також попереднього та остаточного ущільнення гранітного щебеню, проєктна продуктивність легкого одноосьового пневматичного котка причіпного типу моделі ДУ-30 становитиме

$$P_{зм} = \frac{1000 T (B - a) \cdot \ell_z \cdot k_e}{(\ell_z / v_i + t_n) \cdot n}, \quad (2.25)$$

де T - час зміни роботи, *год*; $T = 8 \text{ год}$;

B - ширина, *м*; $B = 2,22 \text{ м}$ [15, дод. 12];

a - ширина суміжного перекриття для оброблювальної смуги, *м*;
 $a = 0,15 \text{ м}$ [15, с. 22];

ℓ_z - протяжність гону, км; $\ell_z = 0,08$ км;

k_e - коефіцієнт, що показує ефективність використання легкого одноосьового пневматичного котка причіпного типу; $k_e = 0,87$ [15, с. 22];

v_i - швидкість переміщення котка у межах гону, км/год; $v_i = 5$ км/год [15, с. 22];

t_n - час, витрачений на розвертання котка на кінцях гону, год; $t_n = 0,01$ год [15, с. 22];

n - число заїздів; $n = 6$ [15, табл. 4.6].

Для процесу ущільнювання дрібнозернистого піску проєктна продуктивність легкого одноосьового пневматичного котка причіпного типу моделі ДУ-30 становитиме

$$P_{зм} = \frac{1000 \cdot 8 \cdot (2,22 - 0,15) \cdot 0,08 \cdot 0,87}{\left(\frac{0,08}{5} + 0,01\right) \cdot 6} = 7388,31 \text{ м}^2/\text{зміну};$$

Для процесу попереднього й завершального ущільнення гранітного щебеню проєктна продуктивність легкого одноосьового пневматичного котка причіпного типу моделі ДУ-30 становитиме

$$P_{зм} = \frac{1000 \cdot 8 \cdot (2,22 - 0,15) \cdot 0,08 \cdot 0,87}{\left(\frac{0,08}{5} + 0,01\right) \cdot 15} = 2955,32 \text{ м}^2/\text{зміну}.$$

У табл. 2.6 представлено узагальнені дані щодо обсягів робіт та витрат часу, потрібного на виконання кожної технологічної операції відповідно до їх послідовності. Табл. 2.6 містить підсумкові розрахунки щодо потреби у відповідному комплексі дорожньо-будівельних машин, а також структурі робочих ланок та бригад.

Опираючись на отримані результати (табл. 2.6 і 2.7) та враховуючи

професійні рекомендації, розробляємо технологічну модель послідовності виконання дорожньо-будівельних робіт для формування дорожнього покриття лісової автодороги.

Таблиця 2.6 – Визначення потреби в ресурсах, необхідних для зведення дорожнього одягу

№ операції	№ гону	Найменування операції / розрахунок обсягу робіт на протяжність гону	Одиниця вимірювання	Фактичний обсяг робіт	Продуктивність машини, виробіток робітника	Ресурсне забезпечення на протяжність гону	
						маш-змін	люд-днів
1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	Розроблення й навантаження дрібнозернистого піску (екскаватор New Holland Kobelco E215) $V_n = \frac{1760,22}{2540} \cdot 80 = 55,44$	м ³	55,44	435,99	0,13	0,13
2	1	Перевезення й розвантаження дрібнозернистого піску (автомобіль-самоскид Dongfeng LD41)	м ³	55,44	17,96	3,09	3,09
3	1	Рівномірне розподілення, формування та вирівнювання шарів дрібнозернистого піску (самохідний грейдер ДЗ-180) $V_p = 5,9 \cdot 80 = 472$	м ²	472	2679,25	0,18	0,18
4	1	Забирання, перевезення та порційне розподілення води по піщаному шару з нормою поливу 6 л на 1 м ² (поливальна машина Retech RTW 6000) $V_g = 0,006 \cdot 5,9 \cdot 80 = 2,83$	м ³	2,83	31,49	0,09	0,09

Продовження таблиці 2.6

1	2	3	4	5	6	7	8
5	1	Ущільнення дрібнозернистого піску з нормою 6 проходів по одному сліду (легкий одноосьовий пневматичний коток причіпного типу моделі ДУ-30) $V_p = 5,9 \cdot 80 = 472$	m^2	472	7388,31	0,06	0,06
6	2	Завантаження гранітного щебеню (екскаватор New Holland Kobelco E215) $V_n = \frac{1760,22}{2540} \cdot 80 = 55,44$	m^3	55,44	361,59	0,15	0,15
7	2	Перевезення й розвантаження гранітного щебеню (автомобіль-самоскид Dongfeng LD41)	m^3	55,44	11,7	4,74	4,74
8	2	Рівномірне розподілення, формування та вирівнювання шарів гранітного щебеню (самохідний грейдер ДЗ-180) $V_p = 5 \cdot 80 = 400$	m^2	400	2679,25	0,15	0,15
9	2	Попереднє ущільнення гранітного щебеню з нормою 15 проходів по одному сліду (легкий одноосьовий пневматичний коток причіпного типу моделі ДУ-30) $V_p = 5 \cdot 80 = 400$	m^2	400	2955,32	0,14	0,14
10	3	Забирання, перевезення та порційне розподілення води по щебеновому шару з нормою поливу 20 л на 1 m^2 (поливальна машина Retech RTW 6000) $V_e = 0,020 \cdot 5 \cdot 80 = 8$	m^3	8	31,49	0,25	0,25

Продовження таблиці 2.6

1	2	3	4	5	6	7	8
11	3	Остаточне ущільнення гранітного щебеню з нормою 15 проходів по одному сліду (легкий одноосьовий пневматичний коток причіпного типу моделі ДУ-30)	m^2	400	2955,32	0,14	0,14
12	4	Перевірка форми й рівності дорожнього покриття, виправлення за потреби виявлених дефектів [10] $V_p = 5 \cdot 80 / 100 = 4$	$100 m^2$	4	11,6	-	0,34
Всього						9,12	9,46

Ключовими показниками ефективності зазначеного технологічного процесу є такі показники:

- протяжність технологічного потоку, *м* 80
- кількість робітників, зайнятих упродовж зміни, *осіб / зміну* 15
- трудовитрати для технологічного потоку, *люд-днів / 1 км* 118
- витрати машинних ресурсів, *маш-змін / 1 км* 114
- матеріаломісткість, $m^3 / 1 км$:
 - пісок дрібнозернистий 693
 - гранітного щебінь 693
 - вода 135
- продуктивність праці з розрахунку на одного робітника, *м / зміну* 5,3

2.8 Облаштування лісової автодороги огороженнями й дорожніми знаками

Спеціалізована ланка, що складається з трьох робітників, яка має у своєму розпорядженні вантажівку, бур та інший допоміжний інвентар, займається облаштуванням лісової автодороги відповідними дорожніми знаками та огороженнями, виконуючи за робочу зміну роботи на відрізку шляху

довжиною 1,3 км [5, стор. 179].

Розрахунок необхідного обсягу трудових затрат для здійснення цієї операції проводимо згідно із співвідношенням (2.4)

$$T = 2540 / 1300 \cdot 3 = 5,86 \text{ люд} - \text{днів} .$$

Таблиця 2.7 – Визначення потреби в комплекті дорожньо-будівельних машин та обґрунтування потрібного складу будівельної ланки для етапу улаштування дорожнього покриття

Комплект дорожньо-будівельних машин	Витрата технічних ресурсів, маш-змін	Потреба у машинах	Ступінь завантаження дорожньо-будівельної машини	Найменування професій робітників	Витрата трудових ресурсів, люд-днів	Потреба у робітниках
1	2	3	4	5	6	7
Екскаватор New Holland Kobelco E215 (розроблення і навантаження дрібнозернистого піску)	0,13	1	0,13	машиніст VI розряду	0,13	1
Екскаватор New Holland Kobelco E215 (навантаження гранітного щебеню)	0,15	1	0,15	машиніст VI розряду	0,15	1
Автомобіль-самоскид Dongfeng LD41	7,83	8	0,98	водій III класу	7,83	8
Самохідний грейдер ДЗ-180	0,33	1	0,33	машиніст VI розряду	0,33	1
Поливальна машина Retech RTW 6000	0,34	1	0,34	водій III класу	0,34	1

Продовження таблиці 2.7

1	2	3	4	5	6	7
Легкий одноосьовий пневматичний коток причіпного типу моделі ДУ-30	0,34	1	0,34	машиніст V розряду	0,34	1
				дорожній робітник: III розряду	0,17	1
				II розряду	0,17	1
Разом	9,12	13	-	-	9,46	15

Тривалість процесу облаштування лісової автодороги огородженнями й дорожніми знаками визначаємо, застосовуючи формулу (2.5)

$$t = 5,86 / 3 = 1,95 \text{ дня} \approx 2 \text{ дні}.$$

2.9 Складання графіку виконання робіт із будівництва лісової автодороги

Лінійний графік будівництва лісової автодороги складаємо на підставі обчислених характеристик дорожнього будівництва, визначеній потребі у робочій силі та встановленій послідовності здійснення підготовчих та основних етапів дорожніх робіт.

У відповідних графах графіку виконання робіт із будівництва лісової автодороги фіксуємо часові рамки та обсяги запроєктованих завдань. Для кожного типу робіт у рамках спеціалізованого потоку на осі ординат відображаємо терміни та обсяги їх виконання.

Тривалість виконання робіт для етапів, що належать до спеціалізованих потоків, розраховуємо таким чином

$$t_{cn} = t_{nm} + t_p, \quad (2.26)$$

де t_{nm} - час роботи основної (провідної) одиниці техніки, днів;

t_p - час, потрібний для розгортання спеціалізованого потоку, днів.

$$t_p = n_z - 1, \quad (2.27)$$

де n_z - визначена кількість гонів спеціалізованого потоку.

Щодо процесу формування ґрунтового полотна лісової автодороги, то тривалість виконання робіт і кількість гонів становлять, відповідно,

$$t_{nm} = \frac{\ell_\delta}{\ell_z} = \frac{2540}{130} \approx 20 \text{ днів}, \quad n_z = 3:$$

$$t_p = 3 - 1 = 2 \text{ дні}; \quad t_{cn} = 20 + 2 = 22 \text{ дні}.$$

Аналогічним чином, для етапу побудови дорожнього одягу лісової автодороги тривалість виконання робіт і кількість гонів становлять,

$$\text{відповідно, } t_{nm} = \frac{\ell_\delta}{\ell_z} = \frac{2540}{80} \approx 32 \text{ дні}, \quad n_z = 4:$$

$$t_p = 4 - 1 = 3 \text{ дні}; \quad t_{cn} = 32 + 3 = 35 \text{ днів}.$$

3 ОРГАНІЗУВАННЯ ТЕХНІЧНИХ ЗАХОДІВ, СПРЯМОВАНИХ НА УДОСКОНАЛЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЛІСОВИХ АВТОДОРИГ СТРАДЧИВСЬКОГО НАВЧАЛЬНО- ВИРОБНИЧОГО ЛІСОКОМБІНАТУ НЛТУ УКРАЇНИ

3.1 Улаштування місць для забезпечення зустрічного руху транспортних засобів на ділянках лісотранспортної мережі

З метою можливості організування реверсивного руху на лісових шляхах лісокомбінату, розрахованих на рух в одному напрямку, проектуємо улаштування роз'їздів відповідної конструкції (рис. 3.1). Їхнє розташування передбачаємо по обидва боки від лісової автодороги в межах зони видимості, при цьому інтервал між суміжними роз'їздами не повинен бути більшим за п'ятсот метрів. Приймаємо також мінімальні габарити конструкції роз'їздів: їх робоча довжина – 30 м, ширина дорожнього полотна – 8 м, а ширина проїзної частини – 6 м [12, с. 44]. Протяжність робочої зони в межах роз'їзду

$$\ell_p = \ell_{an} + 4\sqrt{R_n \cdot z} = 23,315 + 4\sqrt{30 \cdot 3,2} = 62,51 \text{ м}, \quad (3.1)$$

де ℓ_{an} - загальна довжина автопоїзда, укомплектованого лісоматеріалами, м;

R_n - радіус колової кривої, по якому здійснюється поворот автопоїздом, м;

$R_n = 30 \text{ м}$ [8, с. 44];

z - інтервал між осями зустрічних автопоїздів, м.

$$\ell_{an} = \ell_n - a_1 + L = 19 - 1 + 5,315 = 23,315 \text{ м}, \quad (3.2)$$

де ℓ_n - повна довжина транспортованого пакета лісоматеріалів, м; згідно з виробничими даними $\ell_n = 19 \text{ м}$;

a_1 - виступ транспортованого пакета лісоматеріалів спереду за межі борту автомобільного коника, м; $a_1 = 1 \text{ м}$ [8, с. 55];

L - проміжок між буферним елементом та задньою віссю автопоїзда, м;
 $L = 5,315$ м [8, табл. 4.8].

$$z = d + m = 2,5 + 0,7 = 3,2 \text{ м}, \quad (3.3)$$

де d - нормативна ширина для лісовоза типу Урал-43202 разом із розпуском ГKB-9019-012, м; $d = 2,5$ м;

m - проміжок між лісовозами, що рухаються назустріч один одному, м;
 $m = 0,7$ м [7, с. 44].

Остаточно приймаємо таке значення протяжності робочої зони в межах роз'їзду $\ell_p = 65$ м. Для робочої зони роз'їзду розрахункові параметри ширини проїзної частини, ґрунтового полотна та узбіччя у такому разі становитимуть: $B = 8,5$ м, $b = 6,5$ м, $c = 1$ м [7, табл. 8.1].

3.2 Розрахунок необхідного додаткового оснащення лісової автодороги на кривих проєктних ділянках

З огляду на специфіку маневрування лісовозних автопоїздів, на проєктних кривих невеликого радіусу в горизонтальній площині потрібно забезпечити розширення як проїзної частини, так і ґрунтового полотна, а також розширення зони відведення землі з метою забезпечення належної видимості.

3.2.1 Збільшення ширини проїзної частини та ґрунтового полотна

Коли лісовозний автопоїзд рухається по кривій у плані, траєкторія задніх коліс як тягача, так і причепа-розпуску, зміщується до внутрішнього краю дорожнього покриття. З цієї причини смуги руху на заокругленнях плану необхідно робити ширшими. В умовах роботи лісокомбінату найдоцільніше розширювати смугу руху з внутрішнього боку кривої (оскільки ширина узбіччя не перевищує 1 м). Величина цього розширення сукупно визначається технічними характеристиками лісовозного автопоїзда, використовуваною

технологією транспортування лісоматеріалів та проектним радіусом колової кривої.

У Страдчівському навчально-виробничому лісокомбінаті НЛТУ України для перевезення як стовбурів й півстовбурів застосовують шарнірне дишлове зчеплення тягача й причепу-розпуску (рис. 3.2).

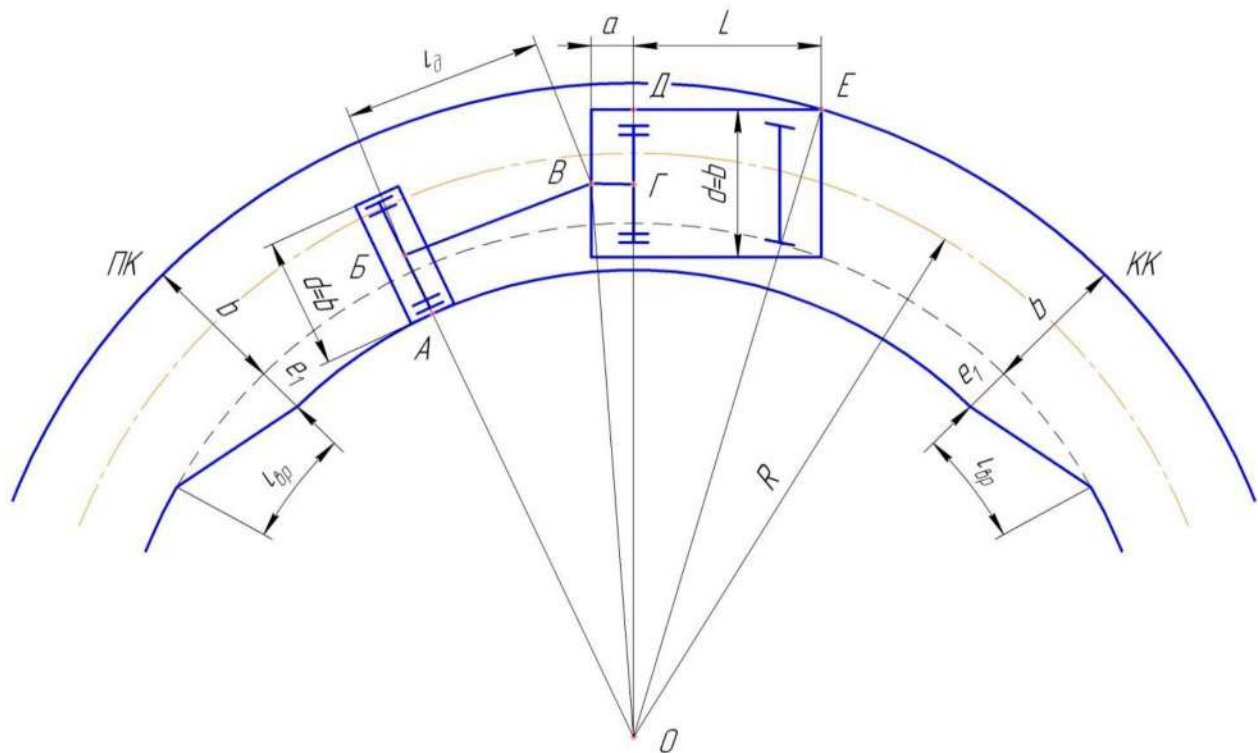


Рисунок 3.2 – Схема для обчислення величини збільшення габаритів дорожнього полотна при маневруванні лісовозних автопоїздів із шарнірним дишловим зчепленням тягача й причепу-розпуску

Потреба у розширенні односмугової ділянки траси складає

$$e_1^p = R - \sqrt{\left(\sqrt{\left(R + \frac{b}{2} \right)^2 - L^2} - \frac{b}{2} \right)^2 + a^2 - b_0^2 + \frac{0,05v}{\sqrt{R}}}, \quad (3.4)$$

де R - проектний радіус колової кривої, м;

b - габарит проїзної частини, м; $b = 3,5$ м;

L - протяжність між переднім буфером тягача й задньою віссю лісовозного

автопоїзда, m ; $L = 5,315 \text{ м}$ [8, табл. 4.8].

a - віддаль від задньої осі лісовозного автопоїзда до центра зчіпного пристрою, m ;

b_0 - поздовжній габарит для з'єднувального дишла, m ;

v - проєктна швидкість руху лісовозного автопоїзда, $км/год$; $v = 20 \text{ км/год}$ (табл. 2.1).

$$a \cong \Gamma - L = 6,67 - 5,315 = 1,355 \text{ м},$$

де Γ - поздовжній габарит тягача Урал-43202, m ; $\Gamma = 6,67 \text{ м}$.

$$b_0 = c - a = 7,905 - 1,355 = 6,550 \text{ м},$$

де c - віддаль між кониками лісовозного автопоїзда, розміщеними відповідно на тягачі Урал-43202 й причепі-розпуску ГКБ-9019-012, m .

$$c = Q'_n \cdot (b_{ч.в.} - a_1) / q_p = 10,5 \cdot (6,27 - 1) / 7 = 7,905 \text{ м}, \quad (3.5)$$

де Q'_n - повна маса транспортованого пакета лісоматеріалів, m ;

$b_{ч.в.}$ - відстань від центра ваги транспортованого пакета лісоматеріалів до його переднього торця, m ; для перевезення стовбурів завдовжки $\ell = 19 \text{ м}$

$$b_{ч.в.} = 0,33\ell = 0,33 \cdot 19 = 6,27 \text{ м};$$

a_1 - виступ пакета деревини за межі опорного коника, розміщеного на тягачі Урал-43202, m ; $a_1 = 1 \text{ м}$;

q_p - максимально допустима маса вантажу, яку може транспортувати причеп-розпуск ГКБ-9019-012, m ; номінально $q_p = 8 \text{ т}$, проте для подальших обчислень беремо значення $q_p = 2 q_a = 2 \cdot 3,5 = 7 \text{ т}$, що становить 88% від

паспортної вантажопідйомності.

$$Q'_n = q_a + q_p = 3,5 + 7 = 10,5 \text{ т}, \quad (3.6)$$

де q_a - номінальна вантажопідйомність тягача Урал-43202, т; для стандартних конструкцій $q_p = 5 \text{ т}$, проте з урахуванням складних лісоексплуатаційних умов беремо значення $q_a = 3,5 \text{ т}$, що становить 70% від паспортної вантажопідйомності.

Здійснюємо співставлення розрахованих й встановлених e_1^m [8, табл. 2.14] величин розширення дорожнього покриття та ґрунтового полотна (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 – Співставлення розширень дорожнього покриття та ґрунтового полотна на проектних колових кривих ділянках плану лісової автодороги

Радіус проектної ділянки колової кривої у плані R , м	Розширення дорожнього покриття та ґрунтового полотна, м		
	встановлене e_1^m	розраховане e_1^p	остаточно прийняте e_1
60	0,7	0,7	0,7
150	0,3	0,31	0,31

3.2.2 Збільшення ширини земляної смуги з огляду на потребу забезпечення умов видимості для лісовозних автопоїздів

На проектних кривих ділянках трас лісових автодоріг у плані оглядовість, як правило, обмежується об'єктами, що знаходяться на внутрішній стороні повороту (це можуть бути лісові насадження, поодинокі дерева, чагарники, рельєфні підвищення, укоси споруджуваних котлованів тощо). Для забезпечення умов безпечного руху спеціалізованого автотранспорту, вказані перешкоди в подальшому мають бути усунені. Потрібну ширину земляної смуги з огляду на потребу забезпечення умов видимості для лісовозних

автопоїздів з внутрішнього боку кривої за умови $K < S_0$ (табл. 3.2 і рис. 3.3) розрахуємо за формулою (3.7).

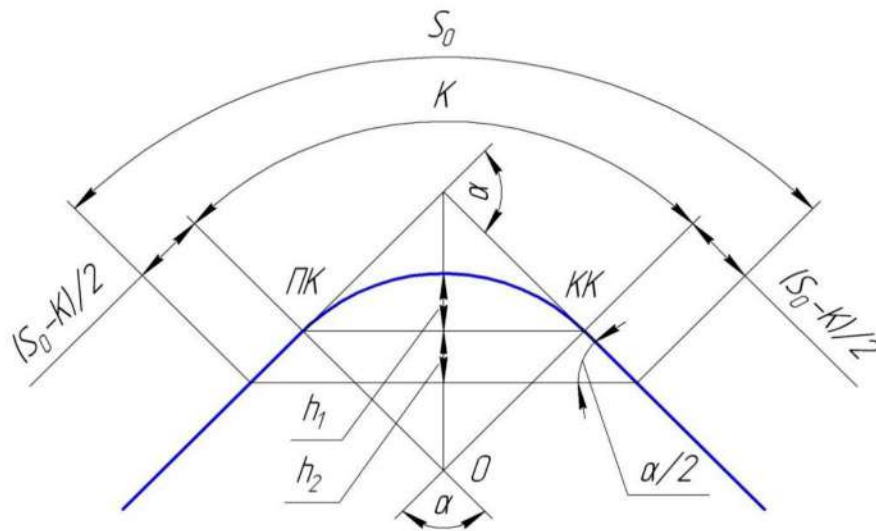


Рисунок 3.3 – Розрахункова схема для обчислення збільшення ширини земляної смуги з огляду на потребу забезпечення умов видимості для лісовозних автопоїздів на кривих ділянках плану за умови $K < S_0$

$$h = R \cdot \left(1 - \cos \frac{\alpha}{2} \right) + \frac{S_0 - K}{2} \cdot \sin \frac{\alpha}{2}, \quad (3.7)$$

де K - протяжність кривої плану у формі дуги кола, м;
 α - кут зміни напрямку траси лісової автодороги, град;
 S_0 - дистанція, на якій необхідно бачити лісовозні автопоїзди, що рухаються у зустрічному напрямку, м; $S_0 = 60$ м.

3.3 Проектування та зведення конструкцій для пропуску води

Задля покращення експлуатаційних характеристик сітки лісових шляхів у межах Страдцівського навчально-виробничого ліскокомбінату НЛТУ України, проектуємо додаткове будівництво у визначених точках двох збірних залізобетонних труб круглої форми (табл. 3.3), а також одного малого збірного залізобетонного моста (табл. 3.4).

Таблиця 3.2 – Обчислення розширення смуги відведення з метою забезпечення видимості для лісовозних автопоїздів, що рухаються у зустрічному напрямку

Кут зміни напрямку траси		Радіус кривої плану у формі дуги кола $R, м$	Довжина кривої плану у формі дуги кола $K, м$	Розрахункова модель	Визначене розширення смуги відведення $h, м$
ч. ч.	$\alpha, град$				
№ 1	44	60	46,08	$K < S_0$	6,98
№ 2	21	150	54,98		2,97

3.3.1 Зведення трубних конструкцій для пропуску води через ґрунтове полотно

При спорудженні шляхових трубних конструкцій для пропуску води через ґрунтове полотно належить здійснити низку робіт з їх будівництва та монтажу, а саме:

- викопати котловани для труб круглого перерізу, складених із залізобетонних збірних сегментних елементів, застосовуючи екскаватор моделі New Holland Kobelco E215;
- облаштувати основи фундаментів під приймальні та вивідні оголовкові частини, а також під секційні елементи збірних залізобетонних труб з круглим перерізом;
- виконати монтажні роботи й здійснити встановлення складових частин та оголовків дорожніх труб за допомогою автокрана стрілового типу АК-8, змонтованого на шасі автомобіля Урал-43202.
- здійснити герметизацію з'єднань між окремими елементами збірних залізобетонних труб, а також стиків дорожніх труб із торцевими елементами оголовків;
- пошарово (з товщиною шару 10-30 см) засипати дорожні труби пластичною глиною, ущільнюючи цей шар до встановленої проектної щільності;

Таблиця 3.3 – Характеристики етапу спорудження водовідвідних дорожніх труб

Номер з/п	Місцезнаходження водовідвідної дорожньої труби, ПК і плюс	Висотний показник насипу, розташованого поруч із трубою, м	Діаметр водовідвідної труби, м	Секція								Оголовки			Кількість залученого персоналу для виконання робіт, осіб	Тривалість будівництва, днів
				поздовжній ухлон водовідвідної труби	Кут, що утворюється між поздовжньою віссю труби та віссю дороги у горизонтальній проекції, град	товщина водовідвідної труби, м	довжина водовідвідної труби, м	обсяг матеріалу, м ³		обсяг матеріалу, м ³		бетонна суміш	баласт (щебінь)	бетонна суміш		
1	13	3,40	2	0,02	85	0,16	9	10,8	7,2	15,12	16,5				4,96	18,03
2	17	3,08	2	0,045	90	0,16	8	9,6	6,4	13,44	16,5	4,96	18,03	31,47	5	6,3
Всього																
13																

Таблиця 3.4 – Характеристики процесу зведення малої мостової споруди

Номер з/п	Місцезнахо дження водо- пропускної малої мостової споруди, ПК і плюс	Опорні конструкції				Пролітні конструкції				Сумарні трудовитрати, год-дні	Кількість залученого персоналу для виконання робіт, осіб	Тривалість будівництва, днів		
		ліва опорна конструкція		права опорна конструкція		висота опорної конструкції, м	обсяг матеріалу, м ³	площа конструкції, м ²	обсяг матеріалу, м ³				трудовитрати, год-дні	
1	ПК плюс	висота опорної конструкції, м	обсяг матеріалу, м ³	трудовитрати, год-дні	висота опорної конструкції, м					обсяг матеріалу, м ³	трудовитрати, год-дні	15		67,5

– після цього завершити засипання дорожніх труб ґрунтом із бічного кар'єру до досягнення проектної позначки.

Щоб розрахувати загальний обсяг необхідних матеріалів та оцінити трудомісткість монтажу труб, спершу визначимо сумарну довжину секційних частин, використовуючи таку формулу

$$\ell_c = \frac{B + 2m(H - h_T - \delta)}{(1 - m^2 \cdot i_p^2) \cdot \sin \alpha}, \quad (3.8)$$

де B - ширина ґрунтового полотна, м; $B = 5$ м;

m - коефіцієнт уклону ґрунтового насипу у місці укладання водовідвідної труби; $m = 1,5$;

H - робоча відмітка насипу у місці укладання водовідвідної труби, м;

h_T - висота водовідвідної труби, м;

δ - товщина водовідвідної труби, м [8, с. 107];

i_p - поздовжній уклон водовідвідної труби, визначений з урахуванням природного ухилу русла водного потоку в місці монтажу труби відповідно до даних попередніх обстежень на місцевості;

α - кут між поздовжньою віссю лісової дороги та дорожньою трубою, визначений з урахуванням природного розташування русла водного потоку у місці встановлення труби відповідно до результатів пошукових робіт, град.

Розрахункові довжини секційних елементів водовідвідних труб заокруглюємо у бік збільшення через те, що труби збиратимемо з наявної номенклатури стандартних кілець.

Розтрубні вхідні оголовки водовідвідних труб діаметром 2 м приймаємо відповідно до вказівок [8, с. 103].

Обсяги матеріалів для секцій водовідвідних труб (ґрунт (глина), бетонна суміш) встановлюємо згідно з рекомендаціями [8, дод. 3.5], а обсяги матеріалів для оголовків дорожніх труб (бетонна суміш, баласт (щебінь), розчин) –

відповідно до вказівок [6, с. 45]. Трудові витрати на один кубічний метр матеріалу водовідвідної труби встановлюємо згідно з вимогами [8, с. 179].

Для спорудження водовідвідних труб організуємо спеціальну бригаду у складі 5 робітників [12, с. 333].

Тривалість виконання будівельних робіт для кожної окремої труби визначаємо за формулою (2.5).

3.3.2 Зведення малого водопропускного моста

Різновид малого водопропускного моста визначається типом та категорією лісової автодороги, очікуваним терміном експлуатації, іншими характеристиками. Проектований малий водопропускний міст складається з опорних частин та прольотних конструкцій, зокрема він є однопролітним, тобто має тільки берегові опори.

У рамках виконання робіт з облаштування лісової автодороги проектуємо збудувати малий водопропускний міст завдовжки 15 м (ПК 1 + 65). Габарити малого водопропускного моста (ширина проїзної частини та ін.) визначаємо залежно від типу та категорії лісової автодороги. Для лісової вітки рекомендовано габарит малого водопропускного моста – Г-4,5 [8, с. 82]. Виходячи з висоти опорних елементів моста та довжини балок перекриття, встановлюємо раціональний тип опор та тип конструкцій прольотної будови [8, дод. 3.4].

Аби обґрунтувати обсяги потреб у робочій силі для зведення малого водопропускного моста (табл. 3.4), визначимо необхідну кількість будівельних матеріалів відповідно до даних [8, дод. 3.4], беручи до уваги його проектний габарит Г-4,5.

Послідовність робіт при будівництві малого водопропускного моста охоплює такі основні етапи:

- виконання розмітки осі малого водопропускного моста, його опор та інших визначених точок;
- спорудження опор малого водопропускного моста;

- монтажні операції з прольотними елементами балочного типу;
- облаштування проїзної зони та узбіч (пішохідних доріжок);
- фінішні роботи (встановлення огорожень, нанесення захисного покриття на металеві елементи тощо).

Для улаштування тримальних конструкцій залізобетонного малого моста, питомі витрати праці з перерахунком на матеріали становлять 1,33 *люд-дні* [8, с. 178], тоді як для монтажу балочних елементів з армуванням – 1,4 *люд-дні* [8, с. 179].

Для виробничої реалізації комплексу робіт з будівництва малого водопропускного моста плануємо залучити спеціалізовану ланку у складі семи осіб [12, с. 337].

3.4 Улаштування заходів з відновлення й обслуговування лісових автодоріг підприємства

3.4.1 Визначення сукупної протяжності лісових автодоріг транспортної системи підприємства та обґрунтування потреби у дорожніх ділянках

Для Страдчівського НВЛК НЛТУ України планові показники робіт із відновлення та експлуатаційного утримання існуючої лісотransпортної мережі на поточний рік складають: згідно з проектом – 1,5 *км*, кошторисна вартість цих заходів – 80 *тис. грн*; згідно з фактом виконання – 0,95 *км*, витрати на виконання цих робіт – 51 *тис. грн*.

Водночас, обсяги транспортування лісоматеріалів від усіх типів рубок до складів підприємства, враховуючи операції завантаження та розвантаження, для поточного року є такими: за планом – 13 400 *м³*, сума витрат на виконання – 1 676 *тис. грн*; за фактом виконання – 13 000 *м³*, з витратами на виконання у розмірі 1 626 *тис. грн*.

Потреба в організуванні дорожніх ділянок для проведення дорожньо-ремонтних робіт для Страдчівського НВЛК НЛТУ України становить

$$n_{\text{діл}} = \frac{L_{\text{зв}}}{n_{\text{норм}}} = \frac{35,4}{45} = 0,79 \text{ діл.} \approx 1 \text{ діл.}, \quad (3.9)$$

де $L_{\text{зв}}$ - зведена загальна протяжність транспортної мережі підприємства за критерієм трудових затрат, км;

$n_{\text{норм}}$ - зведена протяжність транспортної мережі підприємства, яку здатна обслуговувати одна дорожня дільниця, км; $n_{\text{норм}} = 45 \text{ км}$ [8, с. 211].

$$\begin{aligned} L_{\text{зв}} &= L_{\text{м}} \cdot K_{\text{м}} + L_{\text{в}} \cdot K_{\text{в}} + L_{\text{вс}} \cdot K_{\text{вс}} = \\ &= 18 \cdot 1 + 23 \cdot 0,75 + 0,3 \cdot 0,5 = 35,4 \text{ км}, \end{aligned} \quad (3.10)$$

де $L_{\text{м}}$, $L_{\text{в}}$, $L_{\text{вс}}$ - протяжність магістралей, віток і лісовозних вусів на території підприємства, км; $L_{\text{м}} = 18 \text{ км}$; $L_{\text{в}} = 23 \text{ км}$;

$K_{\text{м}}$, $K_{\text{в}}$, $K_{\text{вс}}$ - коефіцієнти, що відображають зведення трудових витрат для магістралей, віток і лісовозних вусів; $K_{\text{м}} = 1$, $K_{\text{в}} = 0,75$, $K_{\text{вс}} = 0,5$ [8, с. 211].

$$L_{\text{вс}} = \frac{1000 Q_p \cdot K_{\text{всд}}}{100 \gamma \cdot d_{\text{вс}}} = \frac{1000 \cdot 13 \cdot 1,2}{100 \cdot 345 \cdot 1,5} = 0,3 \text{ км}, \quad (3.11)$$

де Q_p - річний обсяг перевезення лісоматеріалів підприємством, $Q_p = 13 \text{ тис. м}^3$;

$K_{\text{всд}}$ - коефіцієнт, що враховує збільшення довжини тимчасових шляхів (лісовозних вусів); $K_{\text{всд}} = 1,2$ [8, с. 214];

γ - об'єм лісоматеріалів на 1 га площі підприємства, $\text{м}^3/\text{га}$;
 $\gamma = 345 \text{ м}^3/\text{га}$;

$d_{\text{вс}}$ - середня віддаль між тимчасовими шляхами (лісовозними вусами), км;

$$d_{ec} = 1,5 \text{ км.}$$

3.4.2 Визначення штатної чисельності та матеріально-технічного забезпечення дорожньої ділянки

З метою ефективної організації діяльності дорожньої ділянки, відповідальної за експлуатацію лісових шляхів підприємства, потрібно визначити необхідну кількість персоналу та технічних засобів, що потрібні для проведення робіт з утримання та ремонту лісових автодоріг, а також для зведення та обслуговування тимчасових лісогосподарських проїздів.

Потребу у персоналі для обслуговування лісових автодоріг Страдцівського НВЛК НЛТУ України обчислюємо за такою формулою

$$n = \frac{T_1 + T_2}{A} = \frac{108,97 + 57,2}{232} = 0,72 \approx 1 \text{ особа,} \quad (3.12)$$

де T_1 - трудовитрати, необхідні для утримання та ремонту лісових автодоріг підприємства, *люд-дні*;

T_2 - трудовитрати, потрібні для будівництва та підтримки у належному стані тимчасових шляхів (лісовозних вусів) підприємства, *люд-дні*;

A - річний фонд робочого часу одного працівника дорожньої служби підприємства; $A = 232$ дні [8, с. 213].

$$\begin{aligned} T_1 &= \lambda_{ссер} \cdot d_1 \cdot l_{сер} \cdot Q_p = \\ &= 1,14 \cdot 1,075 \cdot 6,84 \cdot 13 = 108,97 \text{ люд - днів,} \end{aligned} \quad (3.13)$$

де d_1 - норма трудовитрат на утримання та ремонт одного кілометра лісової автодороги за умови транспортування 1 *тис. м³* лісоматеріалів, *люд-дні*, $d_1 = 1,075$ [8, табл. 6,7];

$l_{сер}$ - середня віддаль перевезення деревини, *км*;

$\lambda_{ссер}$ - коефіцієнт, що відображає сезонність виконання робіт.

$$\lambda_{\text{сєєр}} = \frac{\lambda_{\text{сліт}} \cdot A_n + \lambda_{\text{сз}} \cdot A_3}{A} = \frac{1,3 \cdot 172 + 0,7 \cdot 60}{232} = 1,14, \quad (3.14)$$

де $\lambda_{\text{сліт}}, \lambda_{\text{сз}}$ - коефіцієнти сезонності, що відповідають, відповідно, літньому та зимовому періодів роботи; $\lambda_{\text{сліт}} = 1,3$; $\lambda_{\text{сз}} = 0,7$ [8, с. 212];

A_n і A_3 - кількість робочих днів, відповідно, у літній та зимовий сезони.

Якщо $A = 232$ дні, то приймемо $A_3 = 60$ днів та $A_n = 172$ дні.

$$I_{\text{сєєр}} = \frac{R_p}{Q_p} = \frac{\sum_{q=1}^I r_\gamma}{Q_p} = \frac{89}{13} = 6,84 \text{ км}, \quad (3.15)$$

де R_p - обсяг транспортної роботи для мережі лісових автодоріг підприємства, *тис. м³ × км*; згідно з даними Страдчівського НВЛК НЛТУ України $R_p = 1800$ *тис. м³ × км*;

r_γ - обсяг транспортної роботи, що припадає на кожну окрему ділянку лісової автодороги, *тис. м³ × км*.

$$T_2 = K_{\text{гр}} \cdot d_2 \cdot Q_p = 0,8 \cdot 5,5 \cdot 13 = 57,2 \text{ люд-дні}, \quad (3.16)$$

де $K_{\text{гр}}$ - коефіцієнт для урахування локальних ґрунтових умов; для легких суглинистих ґрунтів $K_{\text{гр}} = 0,8$ [8, с. 213]

d_2 - величина трудових витрат, необхідних для транспортування 1 *тис. м³* лісоматеріалів, *люд-дні*.

$$d_2 = \frac{C}{\gamma} \cdot 100 = \frac{19}{345} \cdot 100 = 5,5 \text{ люд-днів} / 1000 \text{ м}^3, \quad (3.17)$$

де C - коефіцієнт для урахування можливих укріплень тимчасових шляхів (лісовозних вусів) підприємства; для покрить, укріплених настилом із хмизу

$C = 19$ [18, с. 23].

Розрахована потреба у працівниках для виконання дорожньо-ремонтних завдань у Страдцівському НВЛК НЛТУ України складає $n = 1$ особа.

Потребу в спеціалізованих машинах та устаткованні для дорожньої ділянки обґрунтовуємо відповідно до типових рекомендацій, наведених у [18, табл. 6.6], беручи до уваги річний обсяг транспортування лісоматеріалів та тип покриття наявних лісових шляхів (табл. 3.5).

Таблиця 3.5 – Оснащення спеціалізованими машинами та устаткуванням дорожньої ділянки лісокомбінату

Спеціалізовані машини та устаткування	Кількість
Автомобіль-самоскид Dongfeng LD41	2
Самохідний грейдер ДЗ-180	1
Колісний трактор МТЗ-82.2 із навісним дорожнім устаткуванням	1
Легкий одноосьовий пневматичний коток причіпного типу ДУ-30	1
Бульдозер на базі гусеничного сільськогосподарського трактора ДТ-75	1
Екскаватор New Holland Kobelco E215	1
Автокран стрілового типу АК-8, змонтований на шасі автомобіля Урал-43202	1
Розкидач піску РП-3 з приводом від колісного трактора МТЗ-82.2	1
Шнековий роторний очисник снігу СТ-1500	1
Поливальна машина Retch RTW 600	1
Колісний трелювальний трактор МТЗ 82.2-Л	1
Мікроавтобус для робітників Renault Master	1
Мотоцикл Shineray XY 200 Intruder	1
Комплект ручного інструменту	1

3.4.3 Обґрунтування типів ремонту та переліку необхідних заходів

Підтримка лісових автошляхів Страдцівського НВЛК НЛТУ України у належному технічному стані є обов'язковою протягом усього терміну їх експлуатації. Проте, через вплив кліматичних умов, а саме опадів, снігопадів, граду тощо, а також значного навантаження від лісотранспортних засобів, дорожнє покриття зазнає значного зносу, що встановлює необхідність виконання технічного обслуговування різного рівня складності та обсягу.

З огляду на обсяги та складність відновлювальних робіт, розрізняють такі ремонтні заходи на лісових автодорогах:

- регулярне підтримання експлуатаційної придатності дорожньої мережі у лісах підприємства;
- плановий ремонт лісових автодоріг, включно з дрібним та середнім плановим ремонтами;
- капітальне відновлення лісової автодороги.

Регулярне підтримання експлуатаційної придатності дорожньої мережі у лісах підприємства. Технічне обслуговування автошляхів у лісах являє собою планомірне ведення робіт з метою забезпечення належного стану цих шляхів протягом усього часу їх використання, гарантуючи при цьому безпечне та комфортне пересування автотранспорту з розрахунковою швидкістю руху.

Види робіт та графіки завдань з обслуговування лісових доріг змінюються залежно від пори року: навесні ліквідовують наслідки зимових погодних явищ та готуються до літнього сезону; у спекотну пору – створюють оптимальні умови для руху автотранспорту; восени – здійснюють підготовку до зимового періоду; а взимку – прибирають снігові наноси та проводять заходи щодо боротьби з ожеледицею.

Нижньою будовою лісової дороги є її ґрунтове полотно, від стабільності якого безпосередньо залежать рівність проїзної частини та загальна довговічність дорожнього шару. Стійкість ґрунтового шару, що лежить в

основі, значною мірою визначається його гідрологічним режимом, який, у свою чергу, прямо залежить від якісно проведеного монтажу та належної експлуатації дренажних мереж.

Основним завданням щодо утримання земляного полотна та систем відведення води полягає у збереженні його розмірів та форми унаслідок проведення планувальних робіт, досипання ґрунту та формування потрібних ухилів насипів та виїмок, а також усунення невеликих зсувів чи обвалів, очищення від намулу, снігу та льоду. Водовідвідні дренажні системи у виробничих умовах потребують постійного очищення, тому необхідно регулярно скошувати трав'яний покрив та обрізати чагарники на схилах та узбіччях лісових доріг, прибирати захаращення, за потреби варто також встановлювати спеціальні протиснігові бар'єри.

Плановий ремонт лісових автодоріг, включно з дрібним та середнім плановим ремонтами. Даний вид ремонтування лісової автодороги передбачає ліквідацію дрібних пошкоджень та руйнувань ґрунту та узбіч, систем водовідведення й штучних споруд з метою запобігання у майбутньому серйознішим дефектам. Регулярне підтримання варто здійснювати на лісових шляхах щорічно. У процесі обслуговування земляного полотна та дренажних систем водовідведення усувають усі їхні несуттєві пошкодження. Окрім того, за необхідності, здійснюють переформування бічних схилів насипів та виїмок шляхом додавання та зняття певних обсягів ґрунту.

Ямкове лагодження щебенево-піщаного шару виконують наступним чином. Ділянку, що потребує ремонту, звільняють від пилу та бруду, а пошкоджені фрагменти матеріалу виймають. Після видалення вийнятого матеріалу утворену яму засипають сумішшю щебеню та піску (за складом подібною до тієї, що використовувалася для створення верхнього шару дорожнього покриття) з перевищенням рівня наявного покриття на 1-2 см.

Плановий поточний ремонт лісових автодоріг охоплює комплекс заходів, спрямованих на відновлення елементів дорожньої конструкції, компенсацію зносу та підвищення експлуатаційних характеристик шляху. Зазвичай такий

вид ремонту проводять через певні проміжки часу. Перелік робіт у рамках поточного середнього ремонту включає такі операції: вжиття заходів для усунення причин здимання дорожнього одягу, повне відновлення працездатності дренажних систем водовідведення; зрізання та підсіпка ґрунту на виїмках, схилах, узбіччях та інших подібних місцях. При потребі укріплюють ці конструктивні частини лісової автодороги, формують та додатково ущільнюють дорожнє полотно, а також підсилюють окремі проблемні ділянки кам'яними матеріалами.

Капітальне відновлення лісової автодороги. Капітальне оновлення дорожнього покриття передбачає виконання заходів, спрямованих на повернення нормативних властивостей та належних габаритів лісової автодороги (згідно з проєктно-кошторисною документацією), з паралельною заміною усіх конструктивних шарів дорожнього одягу та інженерних споруд, які зазнали зносу, втратили міцність чи необхідні експлуатаційні характеристики (відповідно до встановлених технічних стандартів). Такі капітальні відновлювальні роботи здійснюють через визначені проміжки часу, силами дорожньої дільниці лісокомбінату або за потреби із залученням підрядних виконавців.

Під час капітального відновлення лісової автодороги виконують такі види робіт: ліквідацію усіх дефектів дорожнього полотна, укріплення країв проїзної частини та узбіч, реставрацію ділянок із здиманням чи деформацією елементів, повне відновлення систем дренажу та водовідведення; за потреби – коригування радіусів кривих у плані, розширення смуг руху до нормативно визначених параметрів та інші подібні заходи.

ВИСНОВКИ

1 У кваліфікаційній роботі висвітлено специфіку виробничих процесів, ґрунтово-гідрологічні умови, рельєф місцевості та кліматичні параметри залежно від географічного розташування Страдчівського НВЛК НЛТУ України. Окрім того, проведено ґрунтовний аналіз поточного стану дорожньої мережі навчально-виробничого лісокомбінату. Також проаналізовано кращі практики застосування транспортних та лісозаготівельних технологій у сфері лісового господарства, зокрема процеси проведення рубок та первинної обробки деревини.

2 З метою задоволення потреб лісогосподарської діяльності та лісозаготівельного виробництва Страдчівського НВЛК НЛТУ України запропоновано проєктні рішення та комплекс заходів щодо організації спорудження лісової автомобільної дороги протяжністю 2540 м.

3 Обґрунтовано ключові нормативні вимоги, котрих необхідно дотримуватись у процесі будівництва лісової автодороги, а також розроблено окремі елементи її плану та поздовжнього профілю. З урахуванням необхідної тримальної здатності дорожнього одягу визначено його конструкцію та необхідну товщину шарів, а також розроблено технологію будівництва з переліком необхідних технологічно-транспортних операцій. Також розраховано потребу в трудових ресурсах для виконання підготовчих та основних етапів дорожньо-будівельних робіт, сформовано лінійний графік виконання цих заходів.

4 Обґрунтована доцільність зведення на трасі лісової автодороги низки додаткових штучних споруд. Зокрема розроблено технологію спорудження малого мостового переходу з протяжністю прольотної будови 15 м, а також двох стаціонарних круглих водопропускних труб (кожна з яких має діаметр 2 м).

5 Розроблено комплекс заходів для здійснення ремонту дорожнього покриття та облаштування ділянок транспортної інфраструктури Страдчівського НВЛК НЛТУ України. Також передбачено інтеграцію процедур

з охорони праці та захисту довкілля у загальний план заходів з поліпшення технічного стану дорожньої мережі підприємства.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

- 1 Страдчівський навчально-виробничий лісокомбінат НЛТУ України [Електронний ресурс]. – Електрон. дані. – Режим доступу: <https://snvfk.nltu.edu.ua>, вільний (19.11.25). – Назва з екрану. – Мова укр.
- 2 Лісокультурні варіанти сприяння природному відновленню сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.) у західноукраїнських лісах / Лавний В., Спатхельф П., Кравчук Р., Вицега Р., Яхницький В. *Journal of Forest Science*. – 2022. – № 68 (8). – С. 298-310. – Режим доступу: <https://doi.org/10.17221/73/2022-JFS>.
- 3 Особливості природного поновлення в дубових лісах за різних методів суцільних рубок / Шпатлф П., Лавний В., Кравчук Р., Вицега Р. *Український лісотехнічний журнал*. – 2023. – № 14(3). – С. 47-63. – Режим доступу: <https://doi.org/10.31548/forest/3.2023.47>.
- 4 Шари дорожнього одягу з кам'яних матеріалів, відходів промисловості і ґрунтів, укріплених цементом. Проектування та будівництво: ГБН В.2.3-37641918-554:2013. – К.: Укравтодор, 2013. – 43 с.
- 5 Екологічні вимоги до автомобільних доріг. Проектування: ГБН В.2.3-218-007:2012. – К.: Укравтодор, 2012. – 45 с.
- 6 Журнал “Дорожня галузь України” [Електронний ресурс]: ТОВ “Науково-видавничий центр “Інформавтодор”. – Електрон. дані. – К. – Режим доступу: <http://www.dorogy.com.ua>, вільний (21.11.25). – Назва з екрану. – Мова укр., англ.
- 7 Особливості будівництва лісогосподарських автомобільних доріг у горбкуватій та рівнинній місцевостях: навчальний посібник / А. А. Бойко, В. Л. Коржов, О. Д. Пристая, М. І. Олійник, С. Й. Медвідь, Ю. О. Стиранівський; за ред. О. А. Стиранівського. – Боярка: Рута, 2012. – 106 с.
- 8 Гайдар М. О. Проектування лісовозних автомобільних доріг. – Львів: Вища школа, 1982. – 232 с.
- 9 Правила охорони праці під час будівництва, ремонту та утримання автомобільних доріг: НПАОП 63.21-1.01-09. – К., 2009. – 120 с.

10 Автомобільні дороги. Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво: ДБН В.2.3-4:2015. – К.: Мінрегіон України, 2015. – 104 с.

11 ТОВ “Рембудтранс” [Електронний ресурс]: Підприємство з будівництва та ремонту об’єктів транспортної інфраструктури. – Електрон. дані. – К. – Режим доступу: <http://rembudtrans.com.ua>, вільний (21.11.25). – Назва з екрану. – Мова укр., рос.

12 Інструкція з проектування лісогосподарських автомобільних доріг. – К: Держлісгосп, 1982. – 96 с.

13 Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення: ДБН А.3.2-2-2009. – К.: Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2012. – 94 с.

14 Першай Л. К., Масленнікова В. В., Світличний М. М. Лісові дороги: навч.-метод. посібник до викон. розрахунково-графічних робіт для студ. зі спец. “Інженери лісового та садово-паркового господарства”. – Харків: ХНАУ, 2007. – 88 с.

15 Організація будівельного виробництва: ДБН А.3.1-5:2016. – К.: Мінрегіон України, 2016. – 46 с.

16 Якименко О. В. Земляні роботи: навч. посібник. – Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. – 157 с.

17 Бойко А. А., Рудько І. М. Методичні рекомендації щодо виконання гідрологічних, гідравлічних і конструкційних розрахунків під час проектування та будівництва малих водопропускних штучних споруд (мостів і дорожніх труб): для самостійної роботи студентів. – Львів: НЛТУ України, 2018. – 46 с.

18 Медвідь С. Й., Ковтун Й. П., Сасюк В. М. Будівництво лісових автомобільних доріг: методичні вказівки з розроблення технологічних карт будівництва дорожніх одягів для курсового й дипломного проектування. – Львів: НЛТУ України, 2006. – 83 с.

19 Кошторисні норми України. Ресурсні кошторисні норми експлуатації будівельних машин та механізмів (РКНЕМ) [Електронний ресурс]. – Електрон. дані. – К. – Режим доступу: <https://e-construction.gov.ua/files/upload/2022-12->

[28/988e1eab-e0d7-41c6-949b-25b88c59d07d.pdf](#), вільний (21.11.25). – Назва з екрану. – Мова укр.

20 Forest Road Manual. Guidelines for the design, construction and management of forest roads / Tom Ryan, Henry Phillips, James Ramsay, John Dempsey. – Dublin: COFORD, 2004. – 156 s.

21 Пааво Кііскінен, Харрі Савонен, Тімо Томпері (Лісовий коледж Валтімо). Будівництво лісової дороги / редактор Сарі Карвінен (НДІ лісу Фінляндії). – Йоенсуу: Науково-дослідний інститут лісу Фінляндії, 2014. – 52 с.

ДОДАТКИ

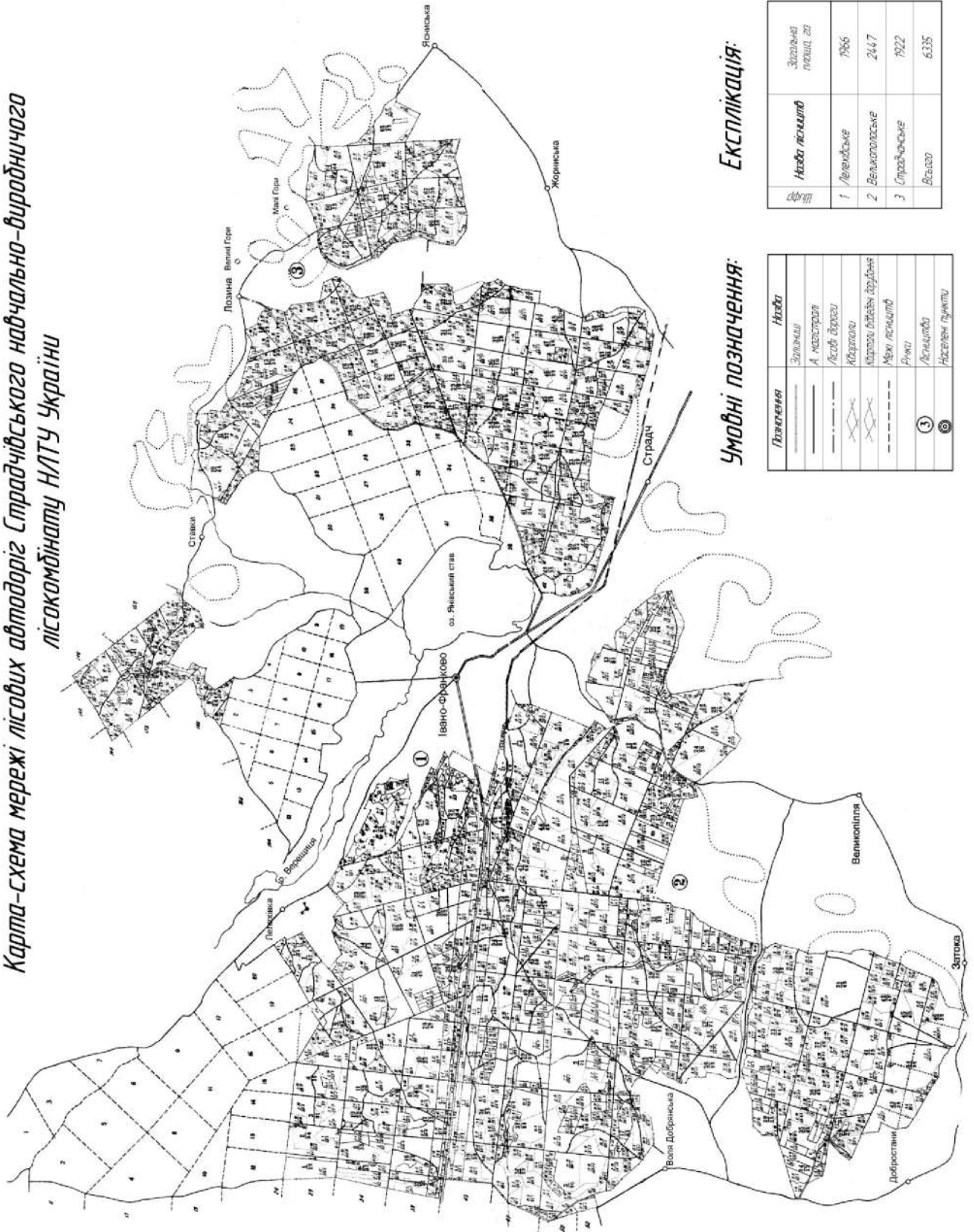
Додаток А

**Демонстраційні об'єкти щодо проведення рубок догляду та рубок
головного користування на підприємстві**

Таблиця А.1 – Лісівничо-таксаційні показники деревостанів на науково-виробничих стаціонарах для проведення рубок догляду [2, 3]

Ква- ртал	Вид.	Пло- ща, га	Склад деревостану	Вік, р.	Клас бон- ту	Середні		Запас, м ³ /га	Повнота		Гус- тота, шт./га
						D, см	H, м		м ² /га	відн.	
64	16	0,5	10Сз+Гз,Дз,Бп,Яв,Мде,Бкл,Лп	19	I ^b	13,0	12,0	185,7	30,3	0,82	2372
12	10	0,5	10Сз+Дз,Гз,Яв,Бкл	40	I ^a	22,3	22,9	482,8	42,3	1,0	1154
63	15	0,5	8Сз2Мде+Дз,Гз,Бкл,Лп,Кл	53	I ^a	23,3	24,2	419,1	47,8	1,0	1296
13	9	0,5	9Сз1Бк+Дз,Гз,Лп,Клг,Бп,Яв,Гз,Чш	66	I ^a	29,8	27,5	678,6	51,9	1,0	880
12	6	0,5	9Сз1Бк+1Дз,Гз,Яв,Клг	85	I ^a	33,8	30,2	713,4	50,6	1,0	738

Карта-схема мережі лісових автодоріг Страдчівського навчально-виробничого лісокомбінату НЛТУ України



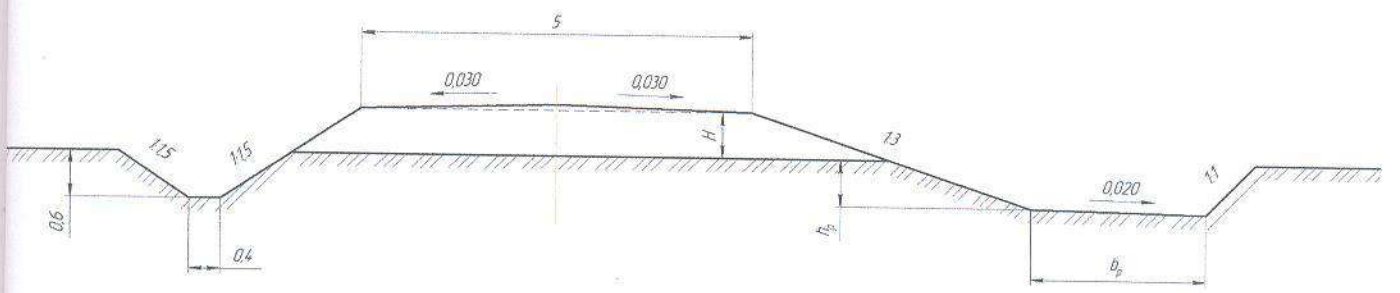
Експлікація:

Вид	Назва лісистого	Загальна площа, га
1	Лелецьке	1966
2	Великолепське	2447
3	Страдчівське	1922
	Всього	6335

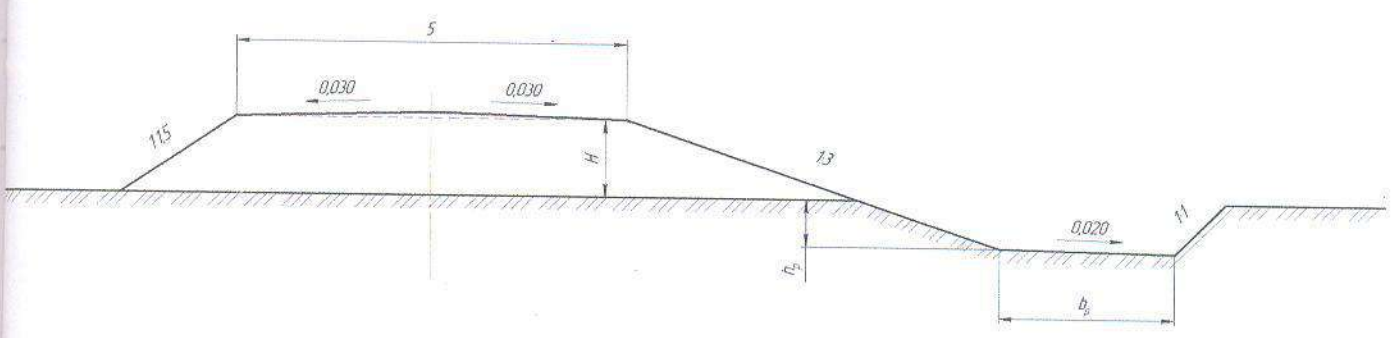
Умовні позначення:

Позначення	Назва
	Зелені
	A магістрал
	Лісові дороги
	Кабартові
	Кабартові ділянки доріжки
	Межі лісистого
	Річки
	Лісистого
	Асселеві пункти

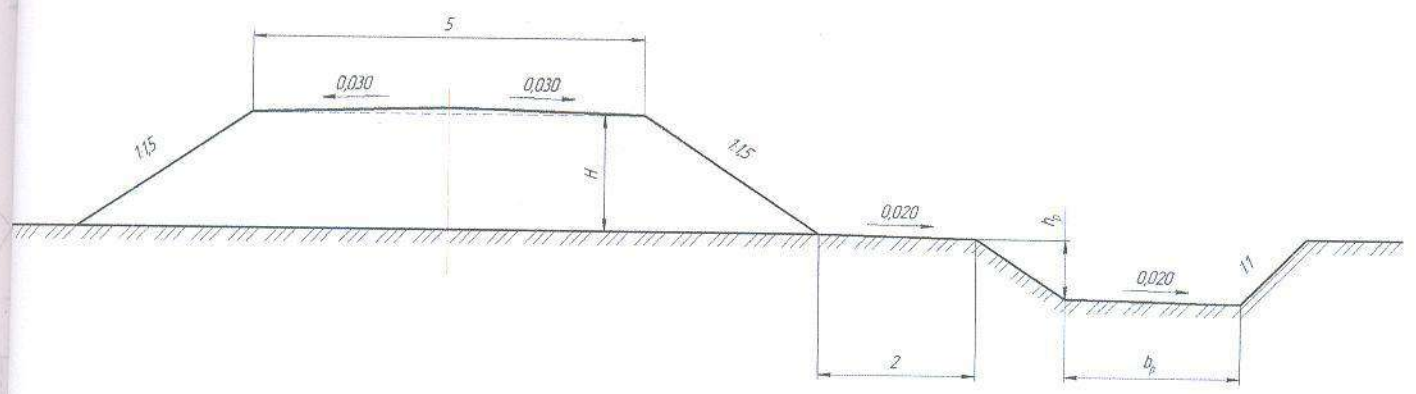
Тип I
 Насип висотою до 0,6 м, споруджений поперечним переміщенням ґрунту із докового резерву



Тип II
 Насип висотою від 0,6 до 1 м, споруджений поперечним переміщенням ґрунту із докового резерву



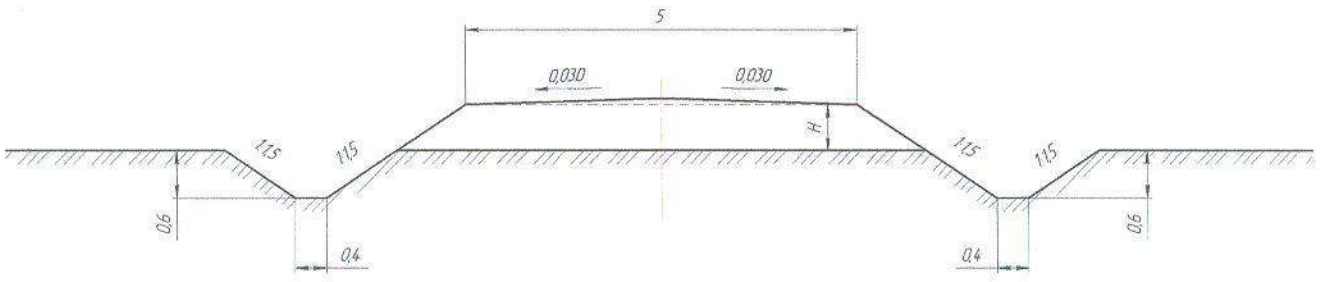
Тип III
 Насип висотою понад 1 м, споруджений поперечним переміщенням ґрунту із докового резерву



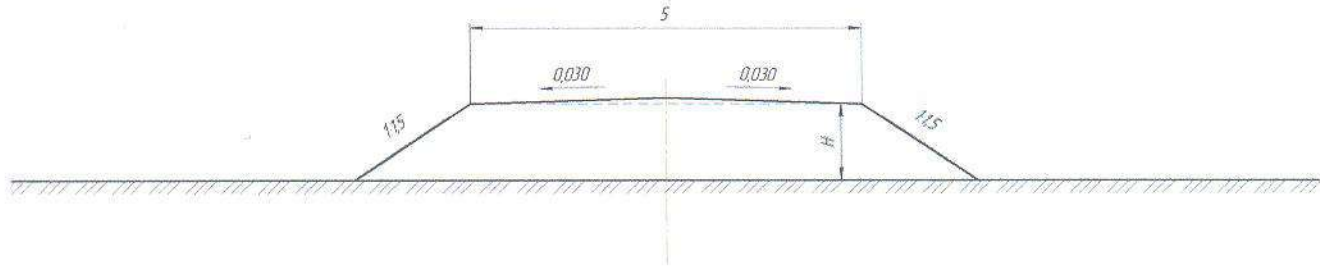
КР.205.03.ЛГ.БР.1.6.02.01000.В3			Лист	Місто	Масштаб
Зам. Арх.	М. Савченко	01.06.2015	н		1:25
Розроб.	М. Савченко	01.06.2015	Поперечні профілі ґрунтового полотна лісової відстійни		
Виконан.	М. Савченко	01.06.2015	Листів 1 / Аркушів 5		
Перевір.	М. Савченко	01.06.2015	ст. гр. АІ-61м		
Начальн. проєкту	М. Савченко	01.06.2015	Н/ПТУ України		
Холосиво			Формат А1		

ВІСКОМІСІОНІЙ НІЛІА АРХІТЕКТ

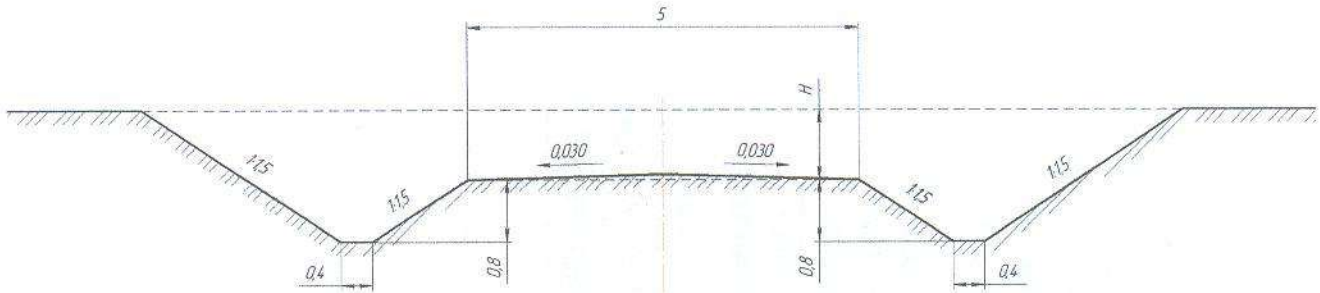
Тип IV
 Насип висотою до 0,6 м, споруджений поздовжнім переміщенням ґрунту із зосередженого резерву чи виїмки



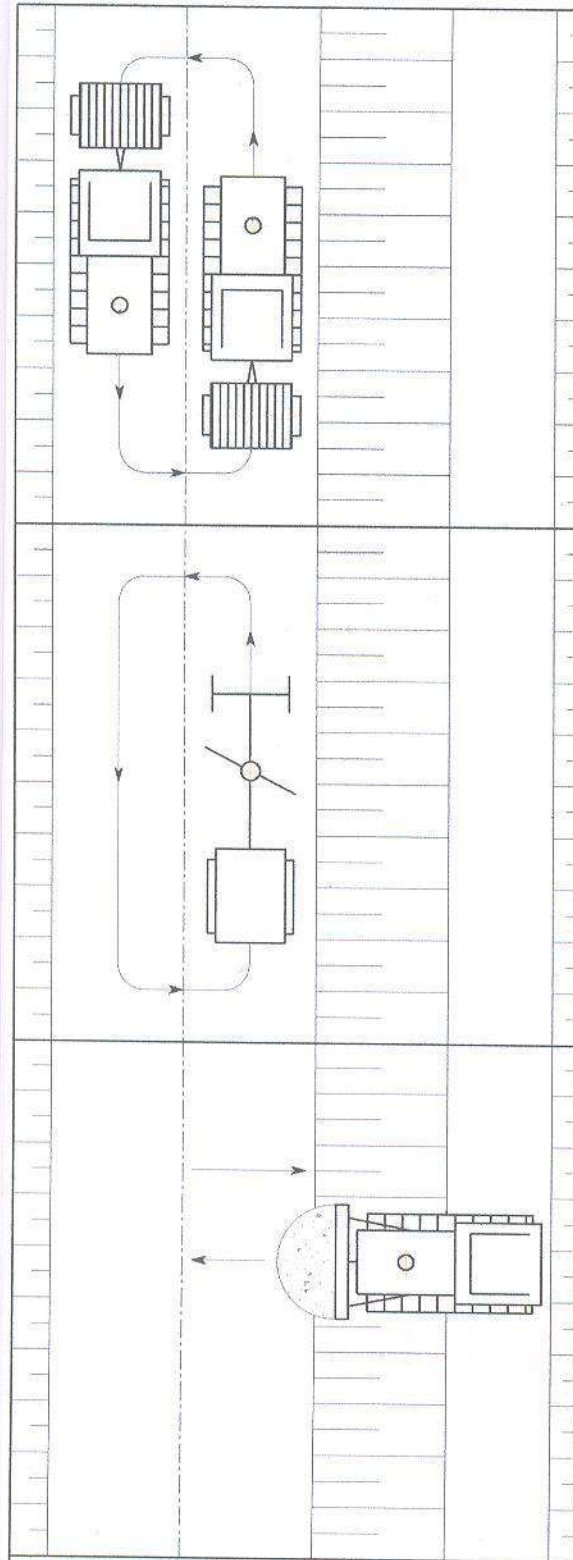
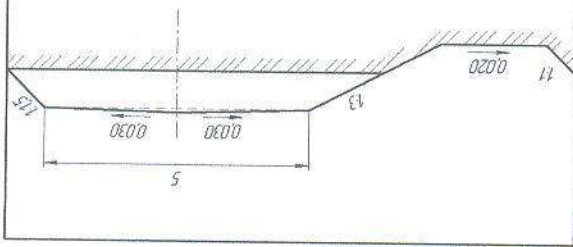
Тип V
 Насип висотою понад 0,6 м, споруджений поздовжнім переміщенням ґрунту із зосередженого резерву чи виїмки



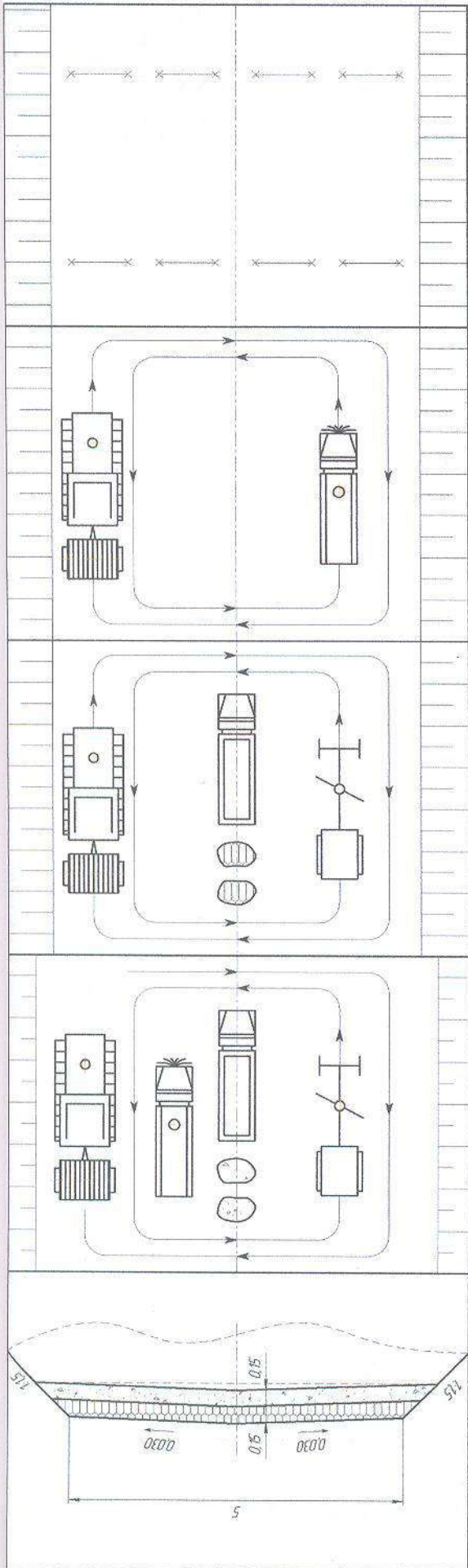
Тип VI
 Виїмка глибиною до 12 м при поперечному ухилі місцевості $i < 1:3$



КР.205.03.ЛГ.МР.16.02.02.000.В3		
ЗМ. Арх. Проект Констр. Інженер Стор. Дата	Л.С. Бондар М.С. Бондар В.С. Бондар В.С. Бондар В.С. Бондар В.С. Бондар	Лист Маса Розмір 1/25 5 ст. гр. А-6 Ін. НЛТУ України Версія 1.1
Поперечний профіль ґрунтового полотна лісової автодороги		



Номер і довжина гончу, м	1, 130	2, 130	3, 130
Довжина фронту робіт, м	390		
Номер операції	1	2	3
Поперечний профіль			
Перелік технологічних операцій	1. Розроблення і переміщення ґрунту з даючого резерву в наслід	1. Планування і профілювання ґрунту земляного полотна	1. Ущільнення ґрунту земляного полотна
Ресурси на довжину гончу	машинно-зміни - 0,97 людино-дні - 0,97	машинно-зміни - 0,53 людино-дні - 0,53	машинно-зміни - 0,81 людино-дні - 0,81
Машина	Бульдозер на базі трактора ДТ-75	Автогрейдер ДЗ-180	Каток ДУ-30
Склад ланок	Машиніст бульдозера V р. - 1	Машиніст автогрейдера VI р. - 1	Машиніст катка V р. - 2



Номер і довжина гонці, м	1, 80	2, 80	3, 80	4, 80
Довжина фронту робіт, м	320			
Номер операції	1, 2, 3, 4, 5	6, 7, 8, 9	10, 11	12
Поперечний профіль				
Перелік технологічних операцій	<ol style="list-style-type: none"> 1. Розроблення і навантаження піску в кар'єрі 2. Транспортування та розвантаження піску 3. Розподілення та планування піску 4. Навирання, транспортування й розподілення вад 5. Ущільнення лісового підстильного шару 	<ol style="list-style-type: none"> 6. Навантаження щебеню 7. Транспортування та розвантаження щебеню 8. Розподілення, планування та профілювання щебеню 9. Попереднє ущільнення щебеню 	<ol style="list-style-type: none"> 10. Навирання, транспортування та розподілення вад 11. Остаточне ущільнення щебеню 	<ol style="list-style-type: none"> 12. Перевірка поперечного профілю та рівності покриття, виправлення можливих дефектів
Ресурси на довжину гонці	<ol style="list-style-type: none"> 1. Екскаватор New Holland Kobelco E215 - 0,13 2. Автомобіль-самоскид Dongfeng LD41 - 3,09 3. Автогрейдер D3-180 - 0,18 4. Поливальна машина Verest RTW 6000 - 0,09 5. Каток пневматичний ДУ-30 - 0,06 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Екскаватор New Holland Kobelco E215 - 0,15 2. Автомобіль-самоскид Dongfeng LD41 - 4,74 3. Автогрейдер D3-180 - 0,15 4. Каток пневматичний ДУ-30 - 0,14 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Поливальна машина Verest RTW 6000 - 0,25 2. Каток пневматичний ДУ-30 - 0,14 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Переносні асфальтоукладальні і дорожні знаки, ручний інвентар - 0,34
Склад ланок	<ol style="list-style-type: none"> 1. Машинист екскаватора V р. - 1 2. Водій автомобіля-самоскида III кл. - 3 3. Машинист автогрейдера V р. - 1 4. Водій поливальної машини III кл. - 1 5. Машинист катка V р. - 1 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Машинист екскаватора V р. - 1 2. Водій автомобіля-самоскида III кл. - 5 3. Машинист автогрейдера V р. - 1 4. Машинист катка V р. - 1 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Водій поливальної машини III кл. - 1 2. Машинист катка V р. - 1 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Дорожній робітник III розр. - 1 2. Дорожній робітник I розр. - 1

КР.205.03.ЛГ.МР.16.02.04.000КТ

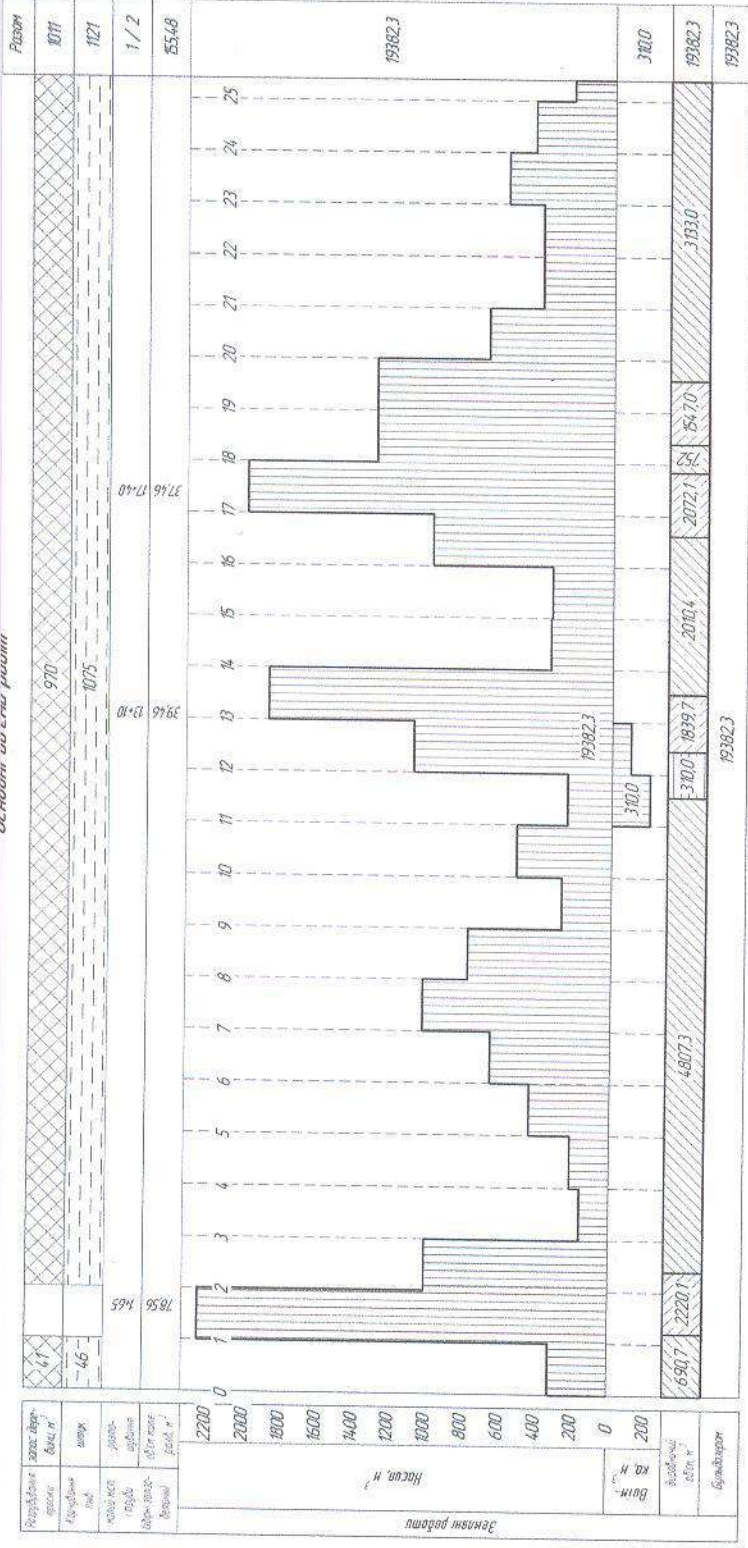
Технічна схема
Відомості об'єкту
Об'єкт: автогрейдер

Лист: 1
Масштаб: 1:500
Стр. 22 з 24

Розроблено: [Signature]
Перевірено: [Signature]
Затверджено: [Signature]

ІНСТРУКЦІЯ
до виконання робіт

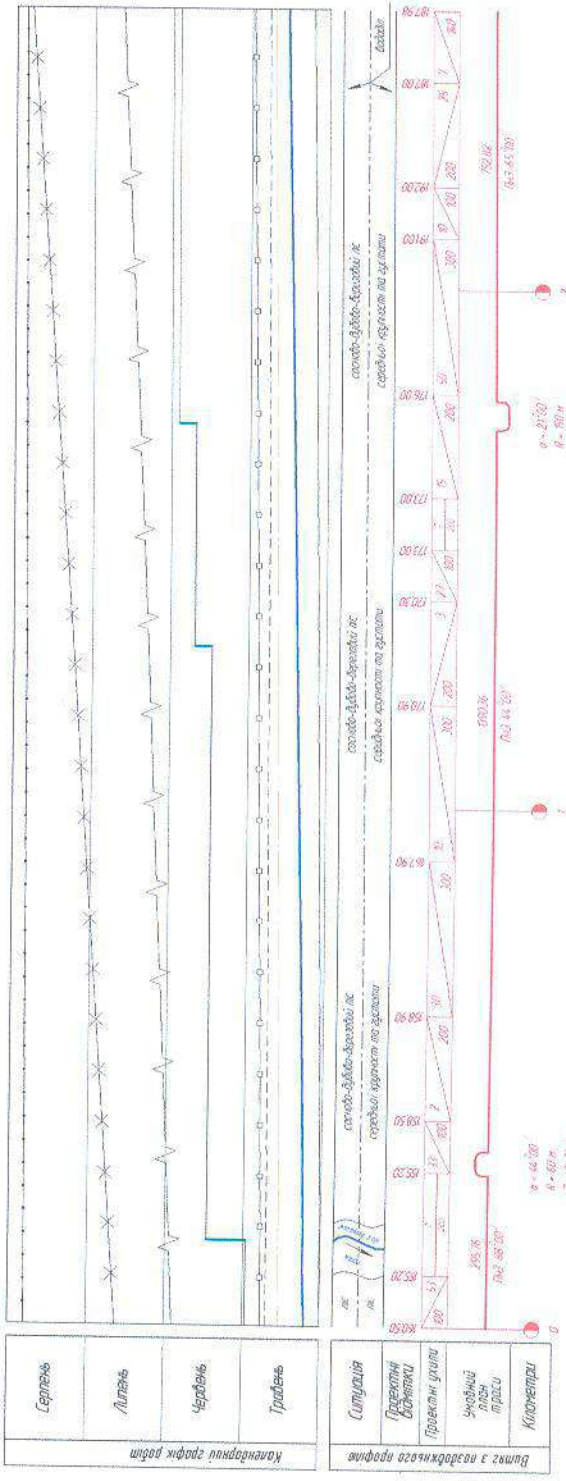
Висхідні об'єкти річки



- Умовні позначення**
- ділянка та заселення проєкту
 - прорахунок проєкту
 - коридорний габ
 - розчищення дорожньої стіжки
 - та зчистка роз'їзнього шару
 - розробка земляного паляща
 - будівництво водопропускних споруд
 - будівництво земляного паляща
 - будівництво дорожнього одвігу
 - однашування дороги

- Переміщення ґрунту**
- із локального резерву в наслід поперечним переміщенням
 - із заселеного резерву в наслід позадодним переміщенням
 - із відлики в наслід позадодним переміщенням

Графік виконання робіт



потреба в трудових ресурсах, осіб

КР-205.03.1Г.МР.16.02.05.000.КТ

Колондарний графік будівництва об'єкту: Листопад-Восени

Діаг.	Місяц	Місяць
IV	V	VI
12000		

Стр. 207 з 16-5 м
НП/З. Україна