

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
«КАЗАНСКИЙ АВТОТРАНСПОРТНЫЙ ТЕХНИКУМ ИМ. А.П. ОБЫДЕННОВА»

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ  
ПМ 04 «ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ  
АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ И АЭРОДРОМОВ»**

по специальности СПО

08.02.05 Строительство и эксплуатация автомобильных дорог и аэродромов

Казань 2024

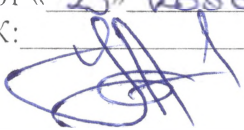
Организация-разработчик: ГАПОУ «Казанский автотранспортный техникум им. А.П. Обыденнова»

Составитель:

Матина А.И. – преподаватель, ГАПОУ «КАТТ им. А.П. Обыденнова»

Рассмотрено и рекомендовано к внедрению в учебный процесс на заседании предметной (цикловой) комиссии транспорта и строительства дорог

Протокол № 4 от «23» нояб 2024 г.

Председатель ПЦК:  Алеева А.Р.

Согласовано Методическим советом

Протокол № \_\_\_\_\_ от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

Методические указания к практическим работам по ПМ 04 «Выполнение работ по эксплуатации автомобильных дорог и аэродромов», с выделением целей и подробного алгоритма работы, контрольные вопросы по темам. Данное методическое указание рекомендуется для использования в процессе освоения студентами основной профессиональной образовательной программы по специальности 08.02.05 Строительство и эксплуатация автомобильных дорог и аэродромов в соответствии с требованиями ФГОС СПО

## СОДЕРЖАНИЕ

|                                                                                                                                                                           |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Пояснительная записка.....                                                                                                                                                | 4  |
| Практическая работа № 1 Определение пропускной способности дороги и коэффициента загрузки движением.....                                                                  | 7  |
| Практическая работа №2 Изучение скоростей движения транспортных средств на характерных участках автомобильных дорог (городских улицах) при обосновании реконструкции..... | 16 |
| Практическая работа №3 Планирование работ по содержанию автомобильной дороги в весеннее-летне-осенний период.....                                                         | 22 |
| Практическая работа №4 Планирование работ по ремонту автомобильной дороги.....                                                                                            | 27 |
| Практическая работа №5 Технология и организация производства работ в ходе реконструкции автомобильной дороги.....                                                         | 31 |
| Практическая работа №6 Зимнее содержание автомобильной дороги. Расчет снегозащитных сооружений.....                                                                       | 35 |
| Практическая работа №7 Конструкции и расчет машин, используемых для зимнего содержания.....                                                                               | 38 |
| Практическая работа №8 Выбор метода борьбы с зимней скользкостью.....                                                                                                     | 50 |
| Список использованных источников.....                                                                                                                                     | 60 |
| Приложение А.....                                                                                                                                                         | 62 |
| Приложение Б.....                                                                                                                                                         | 64 |
| Приложение В.....                                                                                                                                                         | 65 |
| Приложение Г.....                                                                                                                                                         | 66 |

## Пояснительная записка

Основная задача среднего образования заключается в формировании творческой личности специалиста, способного к саморазвитию, самообразованию.

Практическая работа студентов является одной из важнейших составляющих образовательного процесса. Независимо от полученной профессии и характера работы любой начинающий специалист должен обладать фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками деятельности своего профиля, опытом творческой и исследовательской деятельности по решению новых проблем, опытом социально-оценочной деятельности.

Методические указания направлены на формирование следующих общих и профессиональных компетенций:

Таблица 1- Общие компетенции

| Общие компетенции                                                                                                           | Показатели оценки компетенций                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОК 01 Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам                    | - обосновывать выбор и применение методов и способов решения профессиональных задач в области строительства и эксплуатации автомобильных дорог и аэродромов.<br>- использовать различные источники, включая электронные для выполнения профессиональных задач;<br>- рационально распределять время на все этапы решения профессиональных задач |
| ОК 02 Осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности | - использовать различные источники, включая электронные ресурсы, медиа-ресурсы, Интернет-ресурсы, периодические издания по специальности для решения профессиональных задач                                                                                                                                                                    |
| ОК 03 Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие.                                       | - демонстрирует интерес к будущей профессии;<br>- принимать участие в различных конкурсах и олимпиадах по специальности, в кружках по дисциплинам.<br>Планирует и реализовывает собственное профессиональное и личностное развитие.                                                                                                            |
| ОК 04 Работать в коллективе и команде, эффективно взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами.                   | - взаимодействует с обучающимися, преподавателями и мастерами в ходе обучения, с руководителями учебной и производственной практик;<br>- умеет анализировать работу членов команды (подчиненных).                                                                                                                                              |

|                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОК 05 Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке с учетом особенностей социального и культурного контекста.                                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- демонстрирует умение представить себя устно, письменно, написать анкету, заявление, письмо;</li> <li>- владеет разными видами речевой деятельности (монолог, диалог, чтение, письмо);</li> <li>- владеет способами совместной деятельности в группе, приемами действий в ситуациях общения.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                           |
| ОК 06 Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе традиционных общечеловеческих ценностей.                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- демонстрирует собственные ценностные ориентиры по отношению к предмету и сферам деятельности;</li> <li>- владеет способами самоопределения в ситуациях выбора на основе собственных позиций;</li> <li>- умеет принимать решения, брать на себя ответственность за их последствия;</li> <li>- демонстрирует умение осуществлять действия и поступки, на основе выбранных целевых и смысловых установок;</li> <li>- планирует осуществление индивидуальной образовательной траектории с учетом общих требований и норм.</li> </ul> |
| ОК 07 Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях.                                                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>- показывает умение ориентироваться в природной среде (в лесу, в поле, на водоемах и др.);</li> <li>- соблюдает правила поведения в экстремальных ситуациях: под дождем, градом, при сильном ветре, во время грозы, наводнения, пожара, при встрече с опасными животными, насекомыми.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                   |
| ОК 08 Использовать средства физической культуры для сохранения и укрепления здоровья в процессе профессиональной деятельности и поддержания необходимого уровня физической подготовленности. | <ul style="list-style-type: none"> <li>- демонстрирует позитивное отношение к своему здоровью;</li> <li>- владеет способами физического самосовершенствования, эмоциональной саморегуляции, самоподдержки и самоконтроля;</li> <li>- соблюдает правил личной гигиены, умение заботиться о собственном здоровье, личной безопасности;</li> <li>- умеет рационально распределять времени на все этапы решения профессиональных задач.</li> </ul>                                                                                                                            |
| ОК 09 Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности                                                                                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- владеет навыками использования информационных устройств: компьютер, телевизор, магнитофон, телефон, принтер и т.д.;</li> <li>- применяет для решения учебных задач информационные и телекоммуникационные технологии: аудио- и видеозапись, электронная почта, Интернет;</li> <li>- демонстрирует умение эффективно использовать информационно-коммуникационных технологий в профессиональной деятельности согласно формируемым умениям и получаемому практическому опыту в том числе оформлять документацию</li> </ul>           |
| ОК 10 Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранных языках.                                                                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- умеет пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

|                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                               |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОК 11 Использовать знания по финансовой грамотности, планировать предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере. | <ul style="list-style-type: none"> <li>- умеет презентовать бизнес-идею и идею открытия собственного дела в профессиональной деятельности;</li> <li>- умеет оформлять бизнес-план.</li> </ul> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Таблица 2- Профессиональные компетенции

| Профессиональные компетенции                                                                                                         | Показатели оценки компетенций                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК 4.1. Организация и выполнение работ зимнего содержания автомобильных дорог и аэродромов.                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>- демонстрирует знания основных положений по организации зимнего содержания, автомобильных дорог, транспортных сооружений и аэродромов;</li> <li>- умеет анализировать условия работы и возможность применения различных методик для решения профессиональных задач;</li> </ul>                                                                                         |
| ПК 4.2. Организация и выполнение работ содержания автомобильных дорог и аэродромов в весенне-летне-осенний периоды.                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- демонстрирует знания основных положений по организации летнего содержания, автомобильных дорог, транспортных сооружений и аэродромов;</li> <li>- умеет анализировать условия работы и возможность применения различных методик для решения профессиональных задач;</li> </ul>                                                                                         |
| ПК 4.3. Осуществление контроля технологических процессов и приемки выполненных работ по содержанию автомобильных дорог и аэродромов. | <ul style="list-style-type: none"> <li>- демонстрирует знания основных положений по организации производственного контроля и приемки выполненных работ по содержанию автомобильных дорог и аэродромов;</li> <li>- умеет анализировать условия работы и возможность применения различных методик для решения профессиональных задач;</li> </ul>                                                                 |
| ПК 4.4. Выполнение работ по выполнению технологических процессов ремонта автомобильных дорог и аэродромов.                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>- демонстрирует знания основных технологических процессов ремонта автомобильных дорог и аэродромов;</li> <li>- умеет анализировать условия работы и возможность применения различных методик для решения профессиональных задач;</li> </ul>                                                                                                                             |
| ПК 4.5. Выполнение расчетов технико-экономических показателей ремонта автомобильных дорог и аэродромов.                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>- демонстрирует умение использовать различные виды нормативно-справочных документов;</li> <li>- умеет анализировать условия работы и возможность применения различных методик для решения профессиональных задач;</li> <li>- демонстрирует умение выполнять расчеты технико-экономических показателей ремонта и содержания автомобильных дорог и аэродромов.</li> </ul> |

## Практическая работа 1

### Тема: определение пропускной способности дороги и коэффициента загрузки движением

**Цель:** научиться определять пропускную способность автомобильной дороги для выявления участков, требующих улучшения условий движения и выбора эффективных средств организации движения.

**Практическая пропускная способность** — максимальное количество автомобилей, которое может пропустить участок с конкретными дорожными условиями и единицу времени:

$$P_{\text{пр}} = \frac{P_{\text{max}} \beta_{\text{итог}}}{\sum_i^n K_{\text{при}} J_i}, \quad (1)$$

где  $P_{\text{max}}$  — максимальная практическая пропускная способность эталонного участка автомобильной дороги: горизонтального, прямолинейного в плане, с проезжей частью, имеющей не менее двух полос движения шириной по 3,75 м, с сухим шероховатым покрытием, с расстоянием видимости не менее 800 м, для транспортного потока, состоящего только из легковых автомобилей, ед/ч;

$n$  — количество типов автомобилей в составе транспортного потока;

$K_{\text{при}}$  — коэффициент приведения автомобиля  $i$ -го типа к легковому автомобилю (значения  $K_{\text{пр}}$  принимаются в соответствии с рекомендациями ГОСТ 32965 в зависимости от типа транспортных средств и их грузоподъемности);

$i$  — доля автомобилей  $i$ -го типа в составе транспортного потока;

$\beta_{\text{итог}}$  — итоговый коэффициент снижения пропускной способности, равный произведению частных коэффициентов, определяемых по таблице 1 - в зависимости от характеристик дорожных условий и состава транспортного

потока:

$$\beta_{\text{итог}} = \prod_{i=1}^{15} \beta_i, \quad (2)$$

Максимальную практическую пропускную способность  $P_{\max}$  принимают: для двухполосных дорог – 2000 авт/ч; для трехполосных дорог – 4000 авт/ч.

Таблица 1 - Коэффициент  $\beta_1$

| Ширина полосы движения, м | Значение $\beta_1$ для проезжей части |              |
|---------------------------|---------------------------------------|--------------|
|                           | многополосной                         | двухполосной |
| <3                        | 0,9                                   | 0,85         |
| 3,5                       | 0,96                                  | 0,9          |
| $\geq 3,75$               | 1,0                                   | 1,0          |

Таблица 2 - Коэффициент  $\beta_2$

| Ширина обочины, м | Значение $\beta_2$ |
|-------------------|--------------------|
| 3,75              | 1,0                |
| 3,0               | 0,97               |
| 2,5               | 0,92               |
| 2,0               | 0,8                |
| 1,5               | 0,7                |

Таблица 3 - Коэффициент  $\beta_3$

| Расстояние от кромки проезжей части до бокового препятствия в пределах обочины, м | Боковые помехи с одной стороны                   |      |      | Боковые помехи с обеих сторон |      |      |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|------|------|-------------------------------|------|------|
|                                                                                   | значение $\beta_3$ при ширине полосы движения, м |      |      |                               |      |      |
|                                                                                   | 3,75                                             | 3,5  | 3,0  | 3,75                          | 3,5  | 3,0  |
| 2,5                                                                               | 1,00                                             | 1,00 | 0,98 | 1,00                          | 0,98 | 0,96 |
| 2,0                                                                               | 0,99                                             | 0,99 | 0,95 | 0,98                          | 0,97 | 0,93 |
| 1,5                                                                               | 0,97                                             | 0,95 | 0,94 | 0,96                          | 0,93 | 0,91 |
| 1,0                                                                               | 0,95                                             | 0,90 | 0,87 | 0,91                          | 0,88 | 0,85 |
| 0,5                                                                               | 0,92                                             | 0,83 | 0,80 | 0,88                          | 0,78 | 0,75 |
| 0                                                                                 | 0,85                                             | 0,78 | 0,75 | 0,82                          | 0,73 | 0,7  |



Таблица 4 - Коэффициент  $\beta_4$ 

| Количество автопоездов в потоке, % | Значение $\beta_4$ при доле легких и средних грузовых автомобилей, % |      |      |      |      |
|------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|------|------|------|------|
|                                    | 10                                                                   | 20   | 50   | 60   | 70   |
| 1                                  | 0,99                                                                 | 0,98 | 0,94 | 0,90 | 0,86 |
| 5                                  | 0,97                                                                 | 0,96 | 0,91 | 0,88 | 0,84 |
| 10                                 | 0,95                                                                 | 0,93 | 0,88 | 0,85 | 0,81 |
| 15                                 | 0,92                                                                 | 0,90 | 0,85 | 0,82 | 0,78 |
| 20                                 | 0,90                                                                 | 0,87 | 0,82 | 0,79 | 0,76 |
| 25                                 | 0,87                                                                 | 0,84 | 0,79 | 0,76 | 0,73 |
| 30                                 | 0,84                                                                 | 0,81 | 0,76 | 0,72 | 0,70 |

Таблица 1.5 - Коэффициент  $\beta_5$ 

| Продольный уклон, % | Длина подъема, м | Значение $\beta_5$ при доле автомобильных поездов в потоке, % |      |      |      |
|---------------------|------------------|---------------------------------------------------------------|------|------|------|
|                     |                  | 2                                                             | 5    | 10   | 15   |
| 20                  | 200              | 0,98                                                          | 0,97 | 0,94 | 0,89 |
|                     | 500              | 0,97                                                          | 0,94 | 0,92 | 0,87 |
|                     | 800              | 0,96                                                          | 0,92 | 0,90 | 0,84 |
| 30                  | 200              | 0,96                                                          | 0,95 | 0,93 | 0,86 |
|                     | 500              | 0,95                                                          | 0,93 | 0,91 | 0,83 |
|                     | 800              | 0,93                                                          | 0,90 | 0,88 | 0,80 |
| 40                  | 200              | 0,93                                                          | 0,90 | 0,86 | 0,80 |
|                     | 500              | 0,91                                                          | 0,88 | 0,83 | 0,76 |
|                     | 800              | 0,88                                                          | 0,85 | 0,80 | 0,72 |
| 50                  | 200              | 0,90                                                          | 0,85 | 0,80 | 0,74 |
|                     | 500              | 0,86                                                          | 0,80 | 0,75 | 0,70 |
|                     | 800              | 0,82                                                          | 0,76 | 0,71 | 0,64 |
| 60                  | 200              | 0,83                                                          | 0,77 | 0,70 | 0,63 |
|                     | 500              | 0,77                                                          | 0,71 | 0,64 | 0,55 |
|                     | 800              | 0,70                                                          | 0,63 | 0,53 | 0,47 |
| 70                  | 200              | 0,75                                                          | 0,68 | 0,60 | 0,55 |
|                     | 300              | 0,63                                                          | 0,55 | 0,48 | 0,41 |

**Примечание:** коэффициент  $\beta_4$  на подъёмах не учитывается, т.к. состав движения учтён при определении коэффициента  $\beta_5$

Таблица 1.6 - Коэффициент  $\beta_6$ 

| Расстояние видимости, м | Значение $\beta_6$ |
|-------------------------|--------------------|
| <50                     | 0,69               |
| 50-100                  | 0,73               |
| 100-150                 | 0,84               |
| 150-250                 | 0,90               |
| 250-350                 | 0,98               |
| >350                    | 1,0                |

Таблица 1.7 - Коэффициент  $\beta_7$ 

| Радиус кривой в плане, м | Значение $\beta_7$ |
|--------------------------|--------------------|
| <100                     | 0,85               |
| 100-250                  | 0,90               |
| 250-450                  | 0,96               |
| 450-600                  | 0,99               |
| >600                     | 1,0                |

Таблица 1.8 - Коэффициент  $\beta_8$ 

| Ограничение скорости движения, км/ч | Значение $\beta_8$ |
|-------------------------------------|--------------------|
| 10                                  | 0,44               |
| 20                                  | 0,76               |
| 30                                  | 0,88               |
| 40                                  | 0,96               |
| 50                                  | 0,98               |
| 60                                  | 1,0                |

Таблица 1.9 - Коэффициент  $\beta_9$ 

| Доля<br>автомобилей,<br>совершающих<br>левый поворот, %                               | Примыкание                                                      |      |      | Пересечение |      |      |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|------|------|-------------|------|------|
|                                                                                       | значение $\beta_9$ при ширине проезжей части основной дороги, м |      |      |             |      |      |
|                                                                                       | 7,0                                                             | 7,5  | 10,5 | 7,0         | 7,5  | 10,5 |
| Необорудованные                                                                       |                                                                 |      |      |             |      |      |
| 0                                                                                     | 0,97                                                            | 0,98 | 1,0  | 0,94        | 0,95 | 0,98 |
| 20                                                                                    | 0,85                                                            | 0,87 | 0,92 | 0,82        | 0,83 | 0,91 |
| 40                                                                                    | 0,73                                                            | 0,75 | 0,83 | 0,70        | 0,71 | 0,82 |
| 60                                                                                    | 0,60                                                            | 0,62 | 0,75 | 0,57        | 0,58 | 0,73 |
| 80                                                                                    | 0,45                                                            | 0,47 | 0,72 | 0,41        | 0,41 | 0,70 |
| Частично канализированные с островками безопасности<br>без переходно-скоростных полос |                                                                 |      |      |             |      |      |
| 0                                                                                     | 1,0                                                             | 1,0  | 1,0  | 0,98        | 0,99 | 1,0  |
| 20                                                                                    | 0,97                                                            | 0,98 | 1,0  | 0,98        | 0,97 | 0,99 |
| 40                                                                                    | 0,93                                                            | 0,94 | 0,97 | 0,91        | 0,92 | 0,97 |
| 60                                                                                    | 0,87                                                            | 0,88 | 0,93 | 0,84        | 0,85 | 0,93 |
| 80                                                                                    | 0,87                                                            | 0,88 | 0,92 | 0,84        | 0,85 | 0,92 |
| Полностью канализированные                                                            |                                                                 |      |      |             |      |      |
| 0-60                                                                                  | 1,0                                                             | 1,0  | 1,0  | 1,0         | 1,0  | 1,0  |
| 80                                                                                    | 0,97                                                            | 0,98 | 0,99 | 0,95        | 0,97 | 0,98 |

Таблица 1.10 - Коэффициент  $\beta_{10}$ 

| Тип укрепления и состояние обочин | Значения $\beta_{10}$ |
|-----------------------------------|-----------------------|
| Усовершенствованное покрытие      | 1,0                   |
| Укрепление щебнем                 | 0,99                  |
| Дерновый газон                    | 0,95                  |
| Сухие неукрепленные               | 0,90                  |
| Мокрые грязные                    | 0,45                  |

Таблица 1.11 - Коэффициент  $\beta_{11}$ 

| Тип покрытия                                    | Значения $\beta_{11}$ |
|-------------------------------------------------|-----------------------|
| Шероховатое асфальтобетонное, черное щебеночное | 1,0                   |
| Гладкое асфальтобетонное                        | 0,91                  |
| Сборное бетонное                                | 0,86                  |
| Булыжная мостовая                               | 0,42                  |
| Грунтовая дорога в хорошем состоянии            | 0,90                  |
| Грунтовая дорога, размокшая                     | 0,1-0,3               |

Таблица 1.12 - Коэффициент  $\beta_{12}$ 

| Способ отделения площадок отдыха, бензозаправочных станций, площадок для стоянки от основной проезжей части дороги | Значения $\beta_{12}$ |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Полное отделение, специальная полоса для въезда                                                                    | 1,0                   |
| Полное отделение, имеется отгон ширины                                                                             | 0,98                  |
| Полное отделение, без полос и отгона                                                                               | 0,8                   |
| Без отделения                                                                                                      | 0,64                  |

Таблица 1.13 - Коэффициент  $\beta_{13}$ 

| Средства организации движения                       | Значения $\beta_{13}$  |
|-----------------------------------------------------|------------------------|
| Осевая разметка                                     | 1,02                   |
| Осевая и красная разметка                           | 1,05                   |
| Двойная осевая разметка                             | 1,12                   |
| Знак ограничения максимальной скорости              | $\beta_{14} = \beta_8$ |
| Указатели полос движения                            | $\beta_{14} = 1,1$     |
| Разметка полос на подъемах с дополнительной полосой | 1,5                    |

Таблица 1.14 - Коэффициент  $\beta_{15}$ 

| Доля автобусов в потоке, % | Значение $\beta_{15}$ при доле легковых автомобилей в потоке, % |      |      |      |      |      |
|----------------------------|-----------------------------------------------------------------|------|------|------|------|------|
|                            | 70                                                              | 50   | 40   | 30   | 20   | 10   |
| 1                          | 0,82                                                            | 0,76 | 0,74 | 0,72 | 0,70 | 0,68 |
| 5                          | 0,80                                                            | 0,75 | 0,72 | 0,71 | 0,69 | 0,66 |
| 10                         | 0,77                                                            | 0,73 | 0,71 | 0,69 | 0,67 | 0,65 |
| 15                         | 0,75                                                            | 0,71 | 0,69 | 0,67 | 0,66 | 0,64 |
| 20                         | 0,73                                                            | 0,69 | 0,68 | 0,66 | 0,64 | 0,62 |
| 30                         | 0,70                                                            | 0,66 | 0,64 | 0,63 | 0,61 | 0,60 |

Таблица 1.16 - Влияние элементов дороги и окружающей обстановки на пропускную способность

| Элементы, оказывающие влияние       | Протяженность зоны влияния, м |
|-------------------------------------|-------------------------------|
| Населенные пункты                   | 300                           |
| Участки подъемов длиной до 200 м    | 350                           |
| То же длиной более 200 м            | 650                           |
| Кривые в плане радиусом более 600 м | 100                           |
| То же меньше 600 м                  | 250                           |
| Участки с видимостью меньше 100 м   | 150                           |
| То же 100-350 м                     | 100                           |
| То же 350-600 м                     | 50                            |
| Пересечения в одном уровне          | 600                           |

Коэффициент загрузки дороги движением:

$$Z = N_{\text{ч}} / P, \quad (3)$$

где  $N_{\text{ч}}$  - расчетная часовая интенсивность движения, авт/ч:

$$N_{\text{ч}} = 0,076 N, \quad (4)$$

где  $N$  - среднегодовая суточная интенсивность движения, авт/сут.

При разработке проектов автомобильных дорог целесообразно, чтобы значения коэффициента загрузки находились в пределах 0,2 - 0,65 при новом строительстве и 0,5 - 0,75 при реконструкции существующих дорог.

Вследствие изменения дорожных условий по длине дороги происходит также изменение пропускной способности дороги. Для ее характеристики целесообразно строить линейные графики пропускной способности дороги и коэффициента загрузки движением.

При этом рекомендуется следующий порядок:

- выделяют отдельные элементы дороги с учетом зон их влияния, протяжение которых принимают по табл. 1.16;
- выписывают значения частных коэффициентов снижения пропускной способности  $\beta_1 \dots \beta_{15}$  (см. табл. 1.1-1.14);
- разбивают всю дорогу на однородные участки, в пределах каждого из которых сохраняются постоянными значения всех частных коэффициентов снижения пропускной способности;
- для каждого из однородных участков по формуле (1) вычисляют пропускную способность и по формуле (2) - коэффициент загрузки движением (форма 1);
- строят линейные графики изменения пропускной способности и коэффициента загрузки вдоль дороги («до»);

- на графике выделяют участки, где коэффициент загрузки превышает допустимые значения, и назначают мероприятия по его снижению;
- для решения вопросов о целесообразных способах корректировки проектного решения на участках с недостаточной пропускной способностью рекомендуется анализировать график изменения пропускной способности совместно с графиками коэффициентов аварийности и безопасности;
- учитывая предложенные рекомендации, проверяют значения пропускной способности и коэффициента загрузки с измененными частными коэффициентами снижения пропускной способности, заполняют форму 2 и снова строят линейные графики для соответствующих характеристик дорожного движения («после»).

**Форма 1 - Результаты расчета пропускной способности и уровня загрузки до проведения работ по реконструкции**

| № участка | $\beta_1$ | $\beta_2$ | $\beta_3$ | $\beta_4$ | $\beta_5$ | $\beta_6$ | $\beta_7$ | $\beta_8$ | $\beta_9$ | $\beta_{10}$ | $\beta_{11}$ | $\beta_{12}$ | $\beta_{13}$ | $\beta_{14}$ | $\beta_{15}$ | $V_{до}$<br>итог | $P_{до}$ | $P_{до}$<br>$np$ | $Z_{до}$ | Рекомендации |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|------------------|----------|------------------|----------|--------------|
| 1 п       |           |           |           |           |           |           |           |           |           |              |              |              |              |              |              |                  |          |                  |          |              |

**Форма 2 - Результаты расчета пропускной способности и уровня загрузки после проведения работ по реконструкции**

| № участка | $\beta_1$ | $\beta_2$ | $\beta_3$ | $\beta_4$ | $\beta_5$ | $\beta_6$ | $\beta_7$ | $\beta_8$ | $\beta_9$ | $\beta_{10}$ | $\beta_{11}$ | $\beta_{12}$ | $\beta_{13}$ | $\beta_{14}$ | $\beta_{15}$ | $V_{после}$<br>итог | $P_{после}$ | $P_{после}$<br>пр | $Z_{после}$<br>е | Выводы |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------------|-------------|-------------------|------------------|--------|
| 1 п       |           |           |           |           |           |           |           |           |           |              |              |              |              |              |              |                     |             |                   |                  |        |

### Практические задания

- Построить графики пропускной способности и коэффициента загрузки движением с учетом сезона года для участка автомобильной дороги.
- Оценить уровни удобства движения для данного участка автомобильной дороги.
- Назначить мероприятия по реконструкции участков дороги, для которых

коэффициент загрузки превышает допустимый (требуется выровнять значения пропускной способности и коэффициента загрузки по длине участка дороги).

- Построить графики пропускной способности и коэффициента загрузки с учетом принятых решений по повышению пропускной способности.
- Результаты расчетов представить в формах 1 и 2.
- Сделать выводы по работе.

### Исходные данные

Интенсивность в обоих направлениях, авт/сут. – N;

Состав транспортного потока:

- тяжелые грузовики, % - ТГ;
- средние грузовики, % - СГ;
- легкие грузовики, % - ЛГ;
- автобусы, % - А;
- легковые, % - ЛА.

Тип пересечения – П.

Исходные данные приведены в таблице 17.

Таблица 17

| Вариант | N        | Состав потока |    |    |    |    | П                                    |
|---------|----------|---------------|----|----|----|----|--------------------------------------|
|         |          | ТГ            | СГ | ЛГ | А  | ЛА |                                      |
| 1       | 4000 и > | 10            | 15 | 10 | 5  | 60 | В разных уровнях                     |
| 2       | 4500     | 15            | 10 | 15 | 6  | 54 | В одном уровне саморегулируемое      |
| 3       | 5000     | 20            | 5  | 20 | 7  | 48 | В одном уровне канализированное      |
| 4       | 5500     | 10            | 5  | 20 | 10 | 55 | В одном уровне кольцевое             |
| 5       | 6000     | 15            | 10 | 20 | 8  | 47 | В одном уровне со снижением скорости |
| 6       | 6500     | 5             | 20 | 10 | 10 | 55 | В разных уровнях                     |
| 7       | 7000     | 10            | 15 | 15 | 5  | 55 | В одном уровне саморегулируемое      |
| 8       | 7500     | 7             | 14 | 21 | 4  | 54 | В одном уровне канализированное      |
| 9       | 8000     | 11            | 22 | 11 | 5  | 51 | В одном уровне кольцевое             |
| 10      | 8500     | 13            | 26 | 7  | 7  | 47 | В одном уровне со снижением скорости |

|                                                                |                                               |                     |      |
|----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|---------------------|------|
| Уровни загрузки                                                | Г(Д)                                          | $0,7 < z \leq 1,0$  | 4 см |
|                                                                | В                                             | $0,45 < z \leq 0,7$ |      |
|                                                                | Б                                             | $0,2 < z \leq 0,45$ |      |
|                                                                | А                                             | $z \leq 0,2$        |      |
| Пропускная способность, <del>авт/ч</del>                       |                                               |                     | 4 см |
| Итоговый коэффициент, $\beta$                                  |                                               |                     |      |
| Коэффициенты изменения пропускной способности                  | Автобусное движение, $\beta_{15}$             |                     |      |
|                                                                | Ограничение скорости, $\beta_{14}$            |                     |      |
|                                                                | Организация движения, $\beta_{13}$            |                     |      |
|                                                                | Сооружения обслуживания, $\beta_{12}$         |                     |      |
|                                                                | Тип покрытия, $\beta_{11}$                    |                     |      |
|                                                                | Тип укрепления, состояние обочин $\beta_{10}$ |                     |      |
|                                                                | Пересечение в одном уровне, $\beta_9$         |                     |      |
|                                                                | Скорость движения, $\beta_8$                  |                     |      |
|                                                                | Горизонтальные кривые, $\beta_7$              |                     |      |
|                                                                | Расстояние видимости, $\beta_6$               |                     |      |
|                                                                | Продольный уклон, $\beta_5$                   |                     |      |
|                                                                | Состав движения, $\beta_4$                    |                     |      |
|                                                                | Боковые препятствия, $\beta_3$                |                     |      |
|                                                                | Ширина и состояние обочин, $\beta_2$          |                     |      |
| Ширина полосы движения, $\beta_1$                              |                                               |                     |      |
| Интенсивность, <del>авт/ч</del> количество тяжелых автомобилей |                                               |                     |      |
| Ширина проезжей части и обочин, м                              |                                               |                     |      |
| Расстояние видимости, м                                        |                                               |                     |      |
| Продольный уклон, ‰                                            |                                               |                     |      |
| Прямые и кривые                                                |                                               |                     |      |
| План дороги                                                    |                                               |                     |      |
| Километры                                                      |                                               |                     |      |
| 6-7 см                                                         |                                               |                     |      |

Рисунок 1 - Боковик линейного графика пропускной способности и уровня загрузки

## Практическая работа 2

**Тема:** изучение скоростей движения транспортных средств на характерных участках автомобильных дорог (городских улиц)

**Цель:** изучить распределение скоростей движения транспортных средств на различных участках автомобильных дорог, провести анализ данных и сравнить их с теоретическим нормальным распределением.

**Оборудование и материалы:** мобильное приложение с функцией измерения скорости; секундомер или таймер; рулетка для измерения расстояния (если используется метод ручного замера скорости); блокнот и ручка для записи данных.

### Теоретическая часть

При разработке проектов реконструкции отдельных участков дороги для построения графика скоростей движения (графика коэффициентов безопасности) могут использоваться данные непосредственных наблюдений за скоростями движения.

Скорости движения измеряют на характерных участках, выделенных путем анализа дорожных условий (например: начало и конец подъема (спуска), середина кривой в плане на горизонтальном участке или на участке с продольным уклоном, горизонтальный прямой участок, населенный пункт, мост, пересечение (примыкание) в одном уровне, сужение дороги и т.д.).

Необходимое число замеров скоростей зависит от интенсивности движения и не должно быть менее указанного в таблице<sup>1</sup>

Таблица 1

| Интенсивность движения, <i>авт/ч</i> | Количество замеров ( <i>n</i> ) |
|--------------------------------------|---------------------------------|
| 50                                   | 150                             |
| 100                                  | 100                             |
| 200                                  | 80                              |
| 300                                  | 60                              |
| 500                                  | 50                              |
| 600                                  | 30-40                           |



### Ход работы:

#### 1. Подготовка к эксперименту

- Выберите характерный участок дороги (например, прямой участок, участок с поворотом, зону перед светофором)
- Определите длину участка для замера скорости (например, 100м)
- Подготовьте оборудование для измерения скорости

#### 2. Сбор данных

- Зафиксируйте скорость каждого транспортного средства, проезжающего через выбранный участок.

Если используется ручной метод, замерьте время прохождения участка и рассчитайте скорость по формуле:

$$v = S/t, \quad (1)$$

где  $S$  – длина участка (в метрах);

$t$  – время прохождения (в секундах).

- Запишите данные в таблицу 2

Таблица 2

| Номер наблюдения | Скорость (км/ч) | Время прохождения (с) | Примечания (тип ТС, погода и т.д.) |
|------------------|-----------------|-----------------------|------------------------------------|
| 1                | 2               | 3                     | 4                                  |
|                  |                 |                       |                                    |

- Проведите не менее 50 измерений для получения репрезентативной выборки.

#### 3. Обработка данных

- Рассчитайте среднюю скорость:

$$\mu = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N v_i, \quad (2)$$

где  $N$  – количество наблюдений;

$v_i$  – скорость каждого транспортного средства.

- Рассчитайте стандартное отклонение  $\sigma$

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (v_i - \mu)^2}, \quad (3)$$

- Постройте гистограмму распределения скоростей. Разделите диапазон скоростей на интервалы (например, по 5 км/ч) и подсчитайте количество наблюдений в каждом интервале.

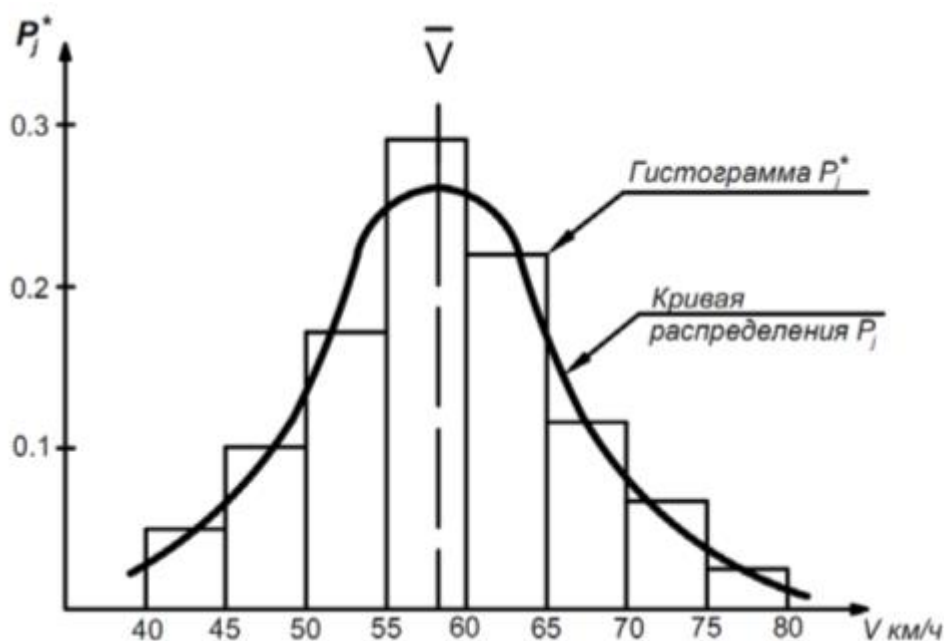


Рисунок 1 – Гистограмма и кривая распределения скоростей движения

- Сравните гистограмму с теоретической кривой нормального распределения. Используйте формулу плотности вероятности:

$$f(v) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(v-\mu)^2}{2\sigma^2}\right), \quad (4)$$

#### 4. Анализ результатов

- Сравните среднюю скорость на разных участках дороги
- Определите, насколько распределение скоростей соответствует нормальному распределению.
- Сделайте выводы о влиянии характеристик участка дороги (прямой, поворот, зона светофора) на скорость движения.

Таблица 3 – пример обработки данных

| Интервал скоростей<br>(км/ч) | Фактическая частота<br>(количество ТС) | Теоретическая частота |
|------------------------------|----------------------------------------|-----------------------|
| 1                            | 2                                      | 3                     |
| 40-45                        | 5                                      | 4,2                   |
| 45-50                        | 12                                     | 10,5                  |
| 50-55                        | 20                                     | 18,3                  |

Для определения фактической и теоретической частот в рамках исследования распределения скоростей транспортных средств выполните следующие шаги:

1. Определение фактической частоты

Фактическая частота — это количество наблюдений (транспортных средств), попавших в определённый интервал скоростей.

2. Определение теоретической частоты

Теоретическая частота — это количество наблюдений, которое ожидается в каждом интервале, если распределение скоростей соответствует нормальному распределению.

Шаги:

1. Рассчитайте среднее значение  $\mu$  и стандартное отклонение  $\sigma$  для ваших данных.

2. Для каждого интервала скоростей  $[v_i, v_{i+1}]$  вычислите вероятность попадания скорости в этот интервал, используя функцию нормального распределения.

3. Умножьте вероятность на общее количество наблюдений  $N$ , чтобы получить теоретическую частоту.

Вероятность попадания в интервал  $[v_i, v_{i+1}]$ :

$$P(v_i \leq v \leq v_{i+1}) = \int_{v_i}^{v_{i+1}} f(v) dv, \quad (5)$$

где  $f(v)$  – плотность вероятности нормального распределения;

$dv$  – это дифференциал скорости, «шаг» интегрирования, который стремится к нулю, а интеграл суммирует все эти бесконечно малые вероятности.

$$f_{\text{теор}} = P(v_i \leq v \leq v_{i+1}) * N, \quad (6)$$

Пример расчета:

Предположим:

- Среднее значение  $\mu = 50 \text{ км/ч}$ ,
- Стандартное отклонение  $\sigma = 10 \text{ км/ч}$ ,
- Общее количество наблюдений  $N = 60$ ,
- Интервал скоростей  $[45, 50] \text{ км/ч}$ .

Используя таблицы стандартного нормального распределения (приложение Г) или программное обеспечение, находим:

$$P(45 \leq v \leq 50) = P\left(\frac{45 - 50}{10} \leq z \leq \frac{50 - 50}{10}\right) = P(-0,5 \leq z \leq 0)$$

По таблице:

$$P(z \leq 0) = 0,5 \quad P(z \leq -0,5) = 0,3085$$

Тогда:

$$P(-0,5 \leq z \leq 0) = 0,5 - 0,3085 = 0,1915$$

Теоретическая частота для интервала  $[45, 50]$ :

$$f_{\text{теор}} = 0,1915 * 60 = 11,59 \approx 11,5$$

Для упрощения расчетов можно использовать программу Excel. Функция НОРМ.РАСП для расчета вероятностей.

Вопросы для анализа данных:

1. Какие факторы могут влиять на распределение скоростей на разных участках дороги?
2. Почему распределение скоростей может отличаться от нормального?
3. Как можно использовать полученные данные для улучшения организации дорожного движения?

Заключение:

1. Запишите выводы по результатам эксперимента.
2. Укажите, насколько хорошо данные соответствуют нормальному распределению.
3. Предложите рекомендации по оптимизации скоростного режима на исследуемом участке дороги.

### Практическая работа 3

#### Тема: планирование работ по содержанию автомобильной дороги в весенне-летне-осенний период

**Цель работы:** овладеть навыками работы с нормативно-технической документацией. Научится планировать работы по содержанию автомобильной дороги в весенне-летне-осенний период, подбирать необходимые машины и механизмы. Подтвердить компетенции ОК 1-5,8,9, ПК 4.1-4.5.

**Исходные данные:** вид работ по содержанию.

#### Основные понятия

*Содержание дорог* – выполняемый в течение всего года (с учетом сезона) на всем протяжении дороги комплекс работ по уходу за дорогой, дорожными сооружениями и полосой отвода, по профилактике и устранению постоянно возникающих мелких повреждений, по организации и обеспечению безопасности движения, а также по зимнему содержанию и озеленению дороги.



Рисунок 1 - схема целей и задач планирования работ по содержанию и ремонту дорог

Главная цель планирования работ по содержанию и ремонту состоит в том, чтобы обеспечить оптимальные потребительские свойства и сроки службы дороги в процессе эксплуатации. Под оптимальным в данном случае

подразумевается самый высокий показатель в абсолютном смысле, которого можно добиться при соблюдении ограничительных условий и оптимальном использовании ресурсов.

Лучшим следует считать такую программу действий, которая обеспечивает достижение главной цели при минимальном общем расходе ресурсов всех видов либо, наоборот, при определённой затрате ресурсов позволяет добиться максимального результата.

На достижение главной цели направлены решения основных задач или целей, подчиненных главной. Чтобы решить эти задачи и достичь поставленной цели, необходимо осуществить целый комплекс технических и организационных мероприятий по всем элементам и обустройствам дороги, по организации обеспечению безопасности движения.

Наиболее распространенным способом планирования работ по содержанию дорог считается метод планирования, основанный на ведомостях дефектов, по которым определяют виды и объёмы работ на каждом участке дорог.

Ведомости дефектов составляют при периодическом осмотре и оценке качества содержания дорог. При этих осмотрах составляют, ведомости дефектов земляного полотна, проезжей части, искусственных сооружений, обстановки пути и инженерного оборудования и т.д. Кроме того, при составлении плана работ по содержанию дорог учитывают план мероприятий по пропуску ледохода и паводка, противопучинных мероприятий, мероприятий по повышению безопасности движения и озеленению. Получив виды и физические объёмы работ, определяют их единичные стоимости, а затем и общую стоимость работ по каждому участку, дороге или сети дорог.

Планирование по циклической системе работ. Для определения годовых объемов работ по содержанию дорог в текущем году и на перспективу часто применяют методику, основанную на циклической системе работ по содержанию дорог. Суть ее состоит в том, что каждый вид работ по содержанию дорог периодически повторяется на каждом участке дороги через

определённый промежуток времени, который называется продолжительность цикла  $T$  и измеряется в годах, а количество таких промежутков в течение года называется коэффициентом цикла  $K$ .

При планировании ремонта по результатам диагностики дорог потребность в ремонтах во всех случаях устанавливают на основе фактических транспортно-эксплуатационных показателей и параметров дороги (продольный уклон, модуль упругости дорожных конструкций, коэффициент сцепления и др.), отслеженных в процессе диагностики дорог. При этом в зависимости от поставленной задачи эффективно используют на практике в качестве критерия для определения вида работ или показатели обеспеченности расчётной скорости движения, характеризующие потребительские качества дороги, или «индексы соответствия», определяющие очередность дорожно-ремонтных работ, и, в частности, отдающие предпочтение для ремонта участкам, не соответствующим требованиям по безопасности дорожного движения.

Метод планирования, основывающийся на обеспеченности расчётной скорости движения, используют для детального анализа состояния дороги и оптимизации плана работ с учетом транспортного эффекта при разных условиях финансирования. Это технико-экономический метод, позволяющий оценить эффективность планируемых работ и степень их влияния на изменение транспортно-эксплуатационного состояния дороги.

Работы по содержанию земляного полотна направлены на сохранение его геометрической формы, обеспечение требуемой прочности и устойчивости земляного полотна, обочин и откосов, постоянное поддержание в рабочем состоянии водоотводных и водопропускных устройств. Особое внимание необходимо уделять участкам с неблагоприятными грунтовыми и гидрологическими условиями, местам появления и развития пучин, участкам дорог на болотах и в зонах искусственного орошения.

Основные задачи содержания земляного полотна по периодам года:

- весенний период - исключить переувлажнение грунтов земляного полотна



талыми и грунтовыми водами;

- в летний период - выполнить работы по очистке и восстановлению дефектов водоотводных устройств, обочин и откосов;
- в осенний период - предупредить переувлажнение земляного полотна атмосферными осадками, обеспечить минимальную влажность слагающих его грунтов.

Работы по содержанию проезжей части сводятся к уходу за дорожным покрытием и поддержанию ее в чистоте. На покрытии автодорог в летний период устраняются повреждения, ямы, выбоины и колеи. Проезжая часть систематически очищается от пыли, грязи.

### **Порядок выполнения работы:**

Используя нормативную литературу, по исходным данным спланировать работы по содержанию дороги и составить технологическую карту с полным описанием. Технологическую карту начертить на бумаге формата А4.

Состав пояснительной записки к технологической карте включает следующие разделы:

1. Область применения и обоснование.
2. Организация и технология строительного производства (описание выбранного способа производства работ, комплекта машин и механизмов).
3. Материально-технические ресурсы.
4. Контроль качества производимых работ.
5. Техника безопасности при проведении работ.

Таблица 3.1 - Исходные данные для практической работы

| Варианты | Вид работ по содержанию                                                                                                                                                                                                               |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1        | 2                                                                                                                                                                                                                                     |
| 1        | <ul style="list-style-type: none"><li>• уборка различных предметов и мусора;</li><li>• скашивание растительности на откосах;</li><li>• планировка обочин автогрейдером;</li><li>• восстановление профиля водоотводных канав</li></ul> |

|   |                                                                                                                                                    |
|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• очистка покрытия от пыли и грязи</li> <li>• ямочный ремонт покрытия толщиной 50 мм с разломкой</li> </ul> |
| 3 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• очистка покрытия от пыли и грязи</li> <li>• заделка трещин</li> </ul>                                     |

Продолжение таблицы 3.1

| 1  | 2                                                                                                                                                                                                                                               |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• уборка различных предметов и мусора;</li> <li>• скашивание растительности на откосах</li> <li>• очистка от грязи и наносов (1 труба)</li> </ul>                                                        |
| 5  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• очистка дорожных знаков от пыли и грязи</li> <li>• окраска стоек знака вручную</li> <li>• нанесение вертикальной разметки (1 столбик)</li> <li>• вертикальная разметка криволинейного бруса</li> </ul> |
| 6  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• заделка трещин</li> <li>• нанесение защитного слоя методом «Сларри сил» (Slurry Seal)</li> </ul>                                                                                                       |
| 7  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• очистка покрытия от пыли и грязи</li> <li>• устройство защитного слоя методом Чипсиллер</li> </ul>                                                                                                     |
| 8  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• ямочный ремонт струйно-инъекционным напылением</li> <li>• заделка трещин</li> </ul>                                                                                                                    |
| 9  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• ремонт водопропускной трубы (очистка, заделка трещин и сколов)</li> </ul>                                                                                                                              |
| 10 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• нанесение горизонтальной разметки</li> <li>• ремонт участка барьерного ограждения</li> </ul>                                                                                                           |

## Практическая работа 4

### Тема: планирование работ по ремонту автомобильной дороги

**Цель работы:** овладеть навыками работы с нормативно-технической документацией. Научится планировать работы по ремонту автомобильной дороги, подбирать необходимые машины и механизмы. Подтвердить компетенции ОК 1-5,8,9, ПК 4.1-4.5.

**Исходные данные:** вид дефекта.

#### Основные понятия

*Ремонт автомобильных дорог* – комплекс работ по восстановлению износа дорожного покрытия, повышению его ровности и сцепных характеристик, усилению дорожной одежды и земляного полотна, восстановлению изношенных конструкций и деталей дорожных сооружений или их замене, а также работы по организации безопасного движения.

При ремонте производится возмещение износа покрытия, восстановление и улучшение его ровности и сцепных качеств, устранение всех деформаций и повреждений дорожного покрытия, земляного полотна, дорожных сооружений, элементов обстановки и обустройства дороги, организация и обеспечение безопасности движения.

Цель ремонта — обеспечить безопасность и комфорт передвижения транспортных средств и пешеходов, а также продлить срок эксплуатации покрытия и инфраструктуры.

Виды ремонта автомобильных дорог в зависимости от типа повреждений и состояния покрытия:

**Поверхностный.** Наиболее лёгкий вид восстановления, при котором проводится покрытие новым асфальтным слоем или иным материалом. Применяется для удаления мелких повреждений: трещины и выбоины.

**Капитальный.** Более серьёзный вид восстановительных мероприятий, который включает в себя полное замещение повреждённых участков новым покрытием. Применяется в случае серьёзных повреждений, таких как крупные

выбоины, провалы и деформации.

Реконструкция. Предусматривает полное изменение геометрических параметров, включая расширение дорожной полосы, изменение уклона и расположения элементов, таких как кривые и перекрёстки.

Также ремонт может касаться отдельных элементов, например, мостов и туннелей, дорожной разметки, дренажных систем.

### Порядок выполнения работы

Используя нормативную литературу, по исходным данным спланировать ремонтные работы и подобрать используемую технику.

Таблица 1 – План ремонтных работ

| Вид дефекта                                                            | Вид ремонтных работ                                                                                                    | Используемая техника                                                                               |
|------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                                                                      | 2                                                                                                                      | 3                                                                                                  |
| Просадка                                                               | 1) Разборка существующего дорожного покрытия                                                                           | Фреза дорожная BOMAG                                                                               |
|                                                                        | 2) Разборка верхнего слоя основания                                                                                    | Экскаватор колесный Hyundai R55W-7                                                                 |
|                                                                        | 3) Укладка а/б после его регенерации с помощью «Рециклера» на глубину просадки в слои основания и нижний слой покрытия | Рециклер асфальтобетона, асфальтоукладчик                                                          |
|                                                                        | 4) Уплотнение а/б смеси                                                                                                | Гладковальцовый каток ДУ-98 массой 11,5 т                                                          |
| Просадка                                                               | 5) Укладка плотного а/б                                                                                                | Асфальтоукладчик                                                                                   |
|                                                                        | 6) Уплотнение а/б смеси                                                                                                | Гладковальцовый каток ДУ-98 массой 11,5 т                                                          |
| Поверхностная обработка с применением битума и щебня фракцией 15-20 мм | 1) Очистка покрытия от пыли и грязи                                                                                    | Поливомоечная машина ПМ-130Б                                                                       |
|                                                                        | 2) Распределение битума и щебня                                                                                        | Чипсилер-26                                                                                        |
|                                                                        | 3) Укатка черного щебня                                                                                                | Пневмоколесный каток Stavostroj VP200 (масса 8,75 т, ширина уплотнения 1,986 м, скорость 0-20км/ч) |

Продолжение таблицы 1

| 1            | 2                                                     | 3                                                                                                  |
|--------------|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
|              | 4) Отсыпка обочин из размельченного ранее снятого а/б | Автосамосвал, автогрейдер                                                                          |
|              | 5) Уплотнение обочин                                  | Пневмоколесный каток Stavostroj VP200 (масса 8,75 т, ширина уплотнения 1,986 м, скорость 0-20км/ч) |
| Сетка трещин | 1) Разборка верхнего слоя существующего покрытия      | Фреза дорожная BOMAG                                                                               |
|              | 2) Подгрунтовка битумом                               | Автогудронатор                                                                                     |
|              | 3) Укладка плотного а/б                               | Асфальтоукладчик                                                                                   |
|              | 4) Уплотнение а/б смеси                               | Гладковальцовый каток ДУ-98 массой 11,5 т                                                          |

Содержание отчета: приводятся цель работы, исходные данные, план ремонтных работ, характеристики используемых машин и механизмов.

Таблица 2 - Исходные данные для практической работы

| Варианты | Вид дефекта                                                   |
|----------|---------------------------------------------------------------|
| 1        | 2                                                             |
| 1        | Повреждения (выбоины) не более $15 \times 60 \times 5$ см     |
| 2        | Колейность на переходном покрытии                             |
| 3        | Колейность на асфальтобетонном покрытии                       |
| 4        | Гребенка, нарушение профиля                                   |
| 5        | Высокая трава на обочинах и разделительной полосе             |
| 6        | Наличие древесно-кустарниковой растительности в полосе отвода |
| 7        | Наличие отдельных выбоин на покрытии тротуаров                |
| 8        | Износ дорожной разметки, выполненной краской (термопластиком) |
| 9        | Потеря сцепных качеств асфальтобетонного покрытия             |
| 10       | Просадка земляного полотна                                    |
| 11       | Наличие сетки трещин                                          |

Продолжение таблицы 2

| 1  | 2                                                             |
|----|---------------------------------------------------------------|
| 12 | Дефект слоя износа                                            |
| 13 | Повреждения (выбоины) не более $15 \times 60 \times 5$ см     |
| 14 | Колейность на переходном покрытии                             |
| 15 | Колейность на асфальтобетонном покрытии                       |
| 16 | Гребенка, нарушение профиля                                   |
| 17 | Высокая трава на обочинах и разделительной полосе             |
| 18 | Наличие древесно-кустарниковой растительности в полосе отвода |
| 19 | Наличие отдельных выбоин на покрытии тротуаров                |
| 20 | Износ дорожной разметки, выполненной краской (термопластиком) |
| 21 | Потеря сцепных качеств асфальтобетонного покрытия             |
| 22 | Просадка земляного полотна                                    |
| 23 | Наличие сетки трещин                                          |
| 24 | Дефект слоя износа                                            |

## **Практическая работа 5**

### **Тема: технология и организация производства работ в ходе реконструкции автомобильной дороги.**

**Цель:** изучить и освоить современные технологии и методы организации производства работ при реконструкции автомобильных дорог, включая проектирование, подготовку строительной площадки, выполнение земляных работ, укладку дорожного покрытия, обустройство дорожной инфраструктуры и контроль качества.

#### **Задачи практической работы:**

На основании данных предыдущей практической работы разработать технологическую карту выполнения работ с учетом выбранных методов реконструкции (составить пояснительную записку и начертить схему)

#### **Ход работы**

Технологическая карта (ТК) — это документ, который содержит описание последовательности операций, используемых материалов, оборудования, трудовых ресурсов и других параметров, необходимых для выполнения конкретного вида работ. Ниже приведена общая методика составления ТК:

##### **1. Подготовительный этап**

- Определение цели и задач ТК: Уточнить, для какого вида работ составляется карта (например, монтаж конструкций, отделочные работы, прокладка коммуникаций и т.д.).
- Изучение проектной документации: Анализ рабочих чертежей, спецификаций, технических условий и других документов.
- Сбор нормативной базы: Использование СНиП, СП, ГОСТ, ТУ и других нормативных документов, регламентирующих выполнение работ.
- Анализ условий строительства: Учет климатических, геологических, инфраструктурных и других особенностей объекта.

##### **2. Разработка структуры технологической карты**

Технологическая карта обычно включает следующие разделы:

1. Область применения: Описание вида работ, для которых предназначена карта.

2. Организация и технология выполнения работ:

- Последовательность операций.
- Требования к подготовке объекта.
- Описание технологических процессов.

3. Требования к качеству работ: Контрольные точки, допустимые отклонения, методы контроля.

Таблица 1 - Перечень технологических процессов, подлежащих контролю

| Наименование технологических процессов | Предмет контроля | Способ контроля и инструмент | Время проведения контроля | Ответственный за контроль | Техническая характеристика качества |
|----------------------------------------|------------------|------------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------------------|
| 1                                      | 2                | 3                            | 4                         | 5                         | 6                                   |
|                                        |                  |                              |                           |                           |                                     |

4. Материально-технические ресурсы:

- Перечень материалов, оборудования, инструментов.
- Требования к их качеству и количеству.

Таблица 2 – Потребность в ресурсах

| Наименование технических средств | Тип, марка | Техническая характеристика | Назначение | Количество |
|----------------------------------|------------|----------------------------|------------|------------|
| 1                                | 2          | 3                          | 4          | 5          |
|                                  |            |                            |            |            |

5. Требования к безопасности и охране труда: Меры безопасности при выполнении работ.

6. Трудовые ресурсы: Состав бригады, квалификация работников, расчет трудозатрат.

7. График выполнения работ: Последовательность и сроки выполнения



операций.

8. Техничко-экономические показатели: Расчет затрат, производительности, расхода материалов.

### 3. Описание технологического процесса

- Разбивка работ на операции: Каждый процесс разбивается на отдельные этапы (например, подготовка основания, монтаж, контроль качества).

- Определение последовательности операций: установить логическую последовательность выполнения работ.

- Выбор методов и технологий: определить наиболее эффективные способы выполнения работ с учетом специфики объекта.

- Расчет трудозатрат и времени: использовать нормативные данные или опытные показатели для расчета времени и трудозатрат.

### 4. Расчет материально-технических ресурсов

- Составить перечень необходимых материалов, оборудования и инструментов.

- Указать нормы расхода материалов на единицу работы (см. в ГЭСН)

- Учесть возможные потери и отходы.

### 5. Разработка мероприятий по охране труда и технике безопасности

- Описать потенциальные риски и опасности.

- Указать меры по их предотвращению.

- Установить требования к спецодежде, средствам индивидуальной защиты и т.д.

### 6. Оформление технологической карты

- Составить документ в соответствии с требованиями ГОСТ или внутренними стандартами компании.

- Включить графические материалы: схемы, чертежи, эскизы, фотографии.

- Указать авторов и согласующих лиц.

### 7. Согласование и утверждение

- Технологическая карта согласовывается с ответственными специалистами (проектировщиками, технологами, инженерами по охране труда).

- Утверждается руководителем строительной организации или проекта.

#### 8. Внедрение и контроль

- Обеспечить доступность ТК для исполнителей.
- Провести инструктаж работников.
- Контролировать соблюдение технологий в процессе выполнения работ.

## Практическая работа 6

**Тема: зимнее содержание автомобильной дороги. Расчет снегозащитных сооружений.**

**Цель работы:** овладеть навыками работы с нормативно-технической документацией. Научится планировать работы по содержанию автомобильной дороги в зимний период, подбирать необходимые снегозащитные сооружения. Подтвердить компетенции ОК 1-5,8,9, ПК 4.1-4.5.

**Исходные данные:** объем снегоприноса, м<sup>3</sup>/ п.м., средняя многолетняя наибольшая высота снежного покрова данной местности, м

### Основные понятия

*Содержание дорог* – выполняемый в течение всего года (с учетом сезона) на всем протяжении дороги комплекс работ по уходу за дорогой, дорожными сооружениями и полосой отвода, по профилактике и устранению постоянно возникающих мелких повреждений, по организации и обеспечению безопасности движения, а также по зимнему содержанию и озеленению дороги

. Зимнее содержание – комплекс мероприятий, включающих:

- Защиту дорог от снежных заносов;
- Очистку дорог от снега;
- Борьбу с зимней скользкостью;
- Защиту от лавин;
- Борьбу с наледями

*Снегопринос* – это количество снега, приносимого метелями к дороге в течение зимы. Объем снегоприноса обычно составляет только часть общего объёма снегоприноса. Между снеготранспортом и снегоприносом существует зависимость:

$$W_{cd} = W_n \cdot \sin \alpha , \quad (1)$$

где  $W_{сд}$  – снегопринос к дороге,  $\text{м}^3/\text{м}$ ;

$\alpha$  – угол между направлением метелевого ветра и дорогой.

### **Порядок выполнения работы.**

1. Описать методы борьбы со снежными заносами
2. Расчет защитных сооружений

Необходимую высоту забора определяют исходя из объема снегоприноса к дороге по формуле:

$$H_z = 0,34 \cdot \sqrt{W_{сд}} + H_{п}, \quad (2)$$

где  $W_{сд}$  – объем снегоприноса,  $\text{м}^3/\text{п.м}$ ;

$H_{п}$  – средняя многолетняя наибольшая высота снежного покрова данной местности, м.

Заборы высотой более 5 м не устраивают. Если по расчету требуется большая высота, то заборы ставят в несколько рядов.

Общий снегосбор заборов определяют по формуле:

$$W_z = 0,8(n - 1) \cdot H_z \cdot L + 8H_z^2, \quad (3)$$

где  $n$  – число рядов заборов

$L$  – расстояние между рядами  $= 30H_z$

**Вывод:** в качестве снегозащитных сооружений выбираем \_

**Содержание отчета:** приводятся цель работы, исходные данные, методы борьбы со снежными заносами, расчет защитных сооружений.

Таблица 1 - Исходные данные для практической работы

| Варианты | Объем снегоприноса, м <sup>3</sup> / п.м. Wсд | Средняя многолетняя наибольшая высота снежного покрова данной местности, м Нп |
|----------|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| 1        | 2                                             | 3                                                                             |
| 1        | 200                                           | 0,10                                                                          |
| 2        | 250                                           | 0,15                                                                          |
| 3        | 300                                           | 0,20                                                                          |
| 4        | 350                                           | 0,25                                                                          |
| 5        | 400                                           | 0,30                                                                          |
| 6        | 450                                           | 0,35                                                                          |
| 7        | 500                                           | 0,40                                                                          |
| 8        | 550                                           | 0,45                                                                          |
| 9        | 600                                           | 0,50                                                                          |
| 10       | 650                                           | 0,55                                                                          |
| 11       | 700                                           | 0,60                                                                          |
| 12       | 650                                           | 0,65                                                                          |
| 13       | 600                                           | 0,50                                                                          |
| 14       | 550                                           | 0,55                                                                          |
| 15       | 500                                           | 0,45                                                                          |
| 16       | 450                                           | 0,30                                                                          |
| 17       | 400                                           | 0,35                                                                          |
| 18       | 350                                           | 0,20                                                                          |
| 19       | 300                                           | 0,25                                                                          |
| 20       | 250                                           | 0,10                                                                          |
| 21       | 200                                           | 0,15                                                                          |
| 22       | 150                                           | 0,15                                                                          |
| 23       | 100                                           | 0,05                                                                          |
| 24       | 200                                           | 0,10                                                                          |

## Практическая работа №7

### Тема: конструкции и расчет машин, используемых для зимнего содержания.

**Цель работы:** ознакомиться с машинами, применяемыми при снегоочистке городских дорог и взлетно-посадочных полос, а также таких дорог, где необходимо полное отделение снега от поверхности покрытия. Основное внимание уделить расчету плужно-щеточного снегоочистителя.

#### Теоретическая часть.

Для обеспечения нормальных условий работы и безопасного движения автотранспортных средств и пешеходов в зимний период предусматривается проведение работ по снегоочистке проезжей и пешеходной части дорог, бульваров и тротуаров, по уборке валов и удаления снежно-ледяных образований, а также устранению гололеда. Данные виды работ выполняют распределителями технологических материалов, плужно-щеточными и роторными снегоочистителями, а также автогрейдером легкого и среднего типов, льдоскалывателями и снегопогрузчиками.

Распределители технологических материалов ведут обработку дорожных покрытий в зимнее время года. С их помощью по снежному покрову дорог и тротуаров распределяют химические материалы. Это способствует сохранению снегом сыпучего состояния, что препятствует уплотнению и позволяет легко сдвигать и сметать его с дороги основными уборочными машинами.

Плужно-щеточные снегоочистители применяют при снегоочистке городских улиц и взлетно-посадочных полос или таких дорог, где необходимо полное отделение снега от поверхности покрытия. Машина данного типа рассчитана на систематическую уборку с небольшим интервалом. Во время работы основная масса снега сдвигается в сторону отвалом, а оставшийся тонкий слой наиболее уплотненного снега сметается щеткой.

Плужные снегоочистители предназначены для очистки от

свежевыпавшего снега автомобильных дорог и аэродромов. С помощью данных машин снег сдвигается в сторону или отбрасывается. Некоторые типы снегоочистителей пробивают пути в снежных отложениях большой высоты.

Роторные снегоочистители используются для очистки дорожных покрытий от свежевыпавшего снега, для перемещения его валов на свободные территории.

Фрезерно-роторные снегоочистители эффективны при разработке плотного и смерзшегося снега.

Скалыватели-рыхлители уплотненного снега служат для удаления снега с асфальтобетонных дорожных покрытий, а также применяются при скалывании льда с нарушенной химическими материалами структурой и ослабленными силами смерзания.

Снегопогрузочные машины предназначены для погрузки снега из валов в автомобили-самосвалы. По конструктивному исполнению различают снегопогрузчики с лаповым или фрезерным питателями. Лаповые снегопогрузчики используются для перегрузки в транспорт снега, собранного плужными снегоочистителями в валы.

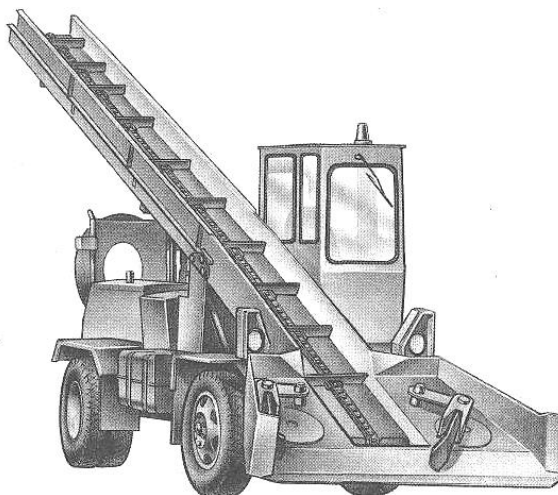


Рисунок 1 – Лаповый снегопогрузчик

Фрезерные погрузчики эффективны при перегрузке куч и валов слежавшегося и смерзшегося снега. Шнекороторные и фрезерно-роторные погрузчики применяются при экстренной расчистке дорог, покрытых

толстыми снежными заносами в результате обильных снегопадов или схода снежных лавин.

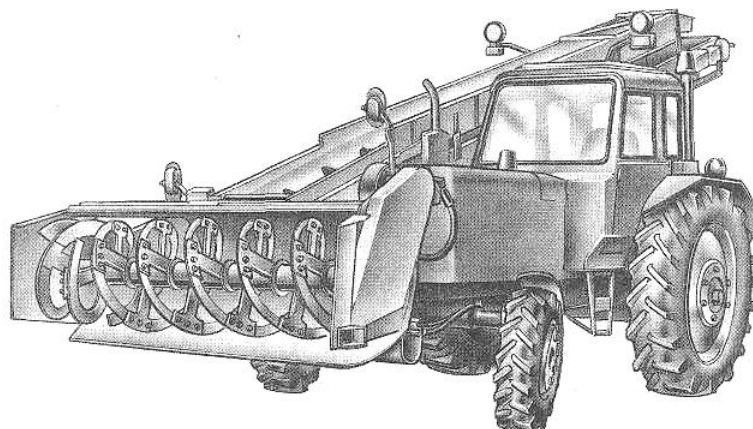


Рисунок 2 – Снегопогрузчик с фрезерным питателем

Шнекороторные и фрезерно-роторные погрузчики эффективны при экстренной расчистке дорог, покрытых толстыми снежными заносами в результате обильных снегопадов или схода снежных лавин. Эти машины оборудованы шнеками или фрезами, разрушающими снежный массив и подающими снег к отверстию в центре закрывающего их сзади и с боков кожуха.

### **Расчет плужно-щеточного снегоочистителя**

При расчете прежде всего определяются основные параметры отвала и щетки в зависимости от принятых условий эксплуатации машины и некоторых параметров отвала, щетки и всей машины в целом. К основным параметрам относят угол установки отвала, ширину захвата и коэффициент эффективности работы отвала, а также количество ворса, необходимое для качественной работы щетки.

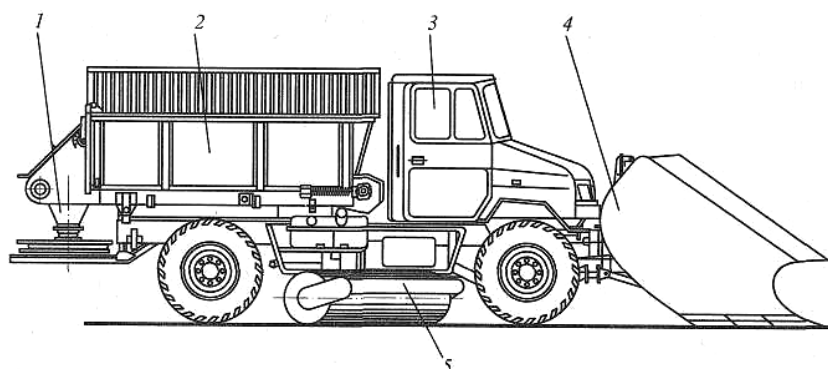


Рисунок 3 – Снегоочиститель плужный, с подметальным оборудованием и



## пескоразбрасывателем

1. - распределитель сыпучих антигололедных материалов;
2. - бункер для сыпучих антигололедных материалов;
3. - кабина базового автомобиля;
4. - фронтальный косоустановленный снежный плуг переменной кривизны;
5. - цилиндрическая косоустановленная подметальная щетка.

### 1 Определение параметров щетки.

Важнейшим параметром щетки, является количество закрепленного на ней ворса,  $i_{\text{ворс}}$ , *шт*, определяемого по формуле:

$$i_{\text{ворс}} = \frac{B_1 * 2\pi * k_p}{d * \frac{v_{\text{щ}}}{v_{\text{м}}} * \beta}, \quad (1)$$

где  $B_1$  – ширина очищаемой щеткой полосы, м;

$k_p$  – коэффициент неравномерности размещения ворса на щетке, ( $k_p=2,5$ );

$d$  – диаметр ворса, м, (для капронового ворса  $d=0,003 \div 0,0035$  м);

$v_{\text{щ}}$  – окружная скорость щетки, м/с;

$v_{\text{м}}$  – скорость подметания, м/с.

Для новой капроновой щетки  $v_{\text{щ}}/v_{\text{м}} = 2$

Для изношенной щетки  $v_{\text{щ}}/v_{\text{м}} \geq 1,3$

Исследованиями Л.М. Гусева установлено, что:

$$\beta \approx 2,6\beta_1, \quad (2)$$

где  $\beta_1$  – угол поворота ворсинки при контакте с дорогой, до ее вертикального положения.

$$\beta = \arccos \frac{r-h}{r}, \quad (3)$$

где  $r$  – радиус щетки, м;

$h$  - максимальная деформация ворсинки, в зависимости от состояния дороги, м, ( $h=0,01 \div 0,025$  м).

## 2 Тяговый расчет плужно-щеточного снегоочистителя (плужного оборудования)

Определяем сопротивление снега резанию,  $W_1$ , кН, используя следующее выражение:

$$W_1 = B * h_{cp} * k_{cp} * 10^3, \quad (4)$$

где  $B$  – ширина захвата или ширина очищаемой полосы плугом, м;

$h_{cp}$  – средняя высота убираемого слоя снега, м;

$k_{cp}$  – коэффициент сопротивления снега резанию, МПа.

Таблица 1 – Плотность, твердость и сопротивление резанию снега

| Характер снежного покрова                 | Плотность,<br>$\rho_c, \text{кН/м}^3$ | Твердость при<br>температуре,<br>$-1^\circ\text{C} \div -20^\circ\text{C}$ ,<br><br>$\text{МПа}$ | Сопротивление<br>резанию, $h_{cp}$ ,<br><br>$\text{МПа}$ |
|-------------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| Очень рыхлый,<br>свежевыпавший            | 1,0÷2,0                               | 0,02                                                                                             | 0,001                                                    |
| Рыхлый, слабоуплотненный,<br>обвалованный | 2,2÷3,0                               | 0,2÷0,6                                                                                          | 0,005÷0,01                                               |
| Уплотненный,<br>слежавшийся               | 3,0÷4,0                               | 0,3÷0,15                                                                                         | 0,1÷0,025                                                |
| Старый слежавшийся                        | 4,8÷5,2                               | 0,4÷0,2                                                                                          | 0,025÷0,08                                               |

|                                                |         |       |         |
|------------------------------------------------|---------|-------|---------|
| Мелкозернистый, лавинный,<br>уплотненный накат | 5,5÷7,0 | 0,4÷3 | 0,1÷0,5 |
| Снежно-ледяной накат                           | 7,0÷9,5 | -     | 1÷2,5   |

Найдем сопротивление перемещению снега перед отвалом  $W_2$ ,  $\kappa H$ , возникает в результате трения о поверхность дорожного покрытия призмы волочения, перемещаемой отвалом по формуле:

$$W_2 = \frac{m_{np} * f_2 * \sin(\alpha + \delta) * g}{10}, \quad (5)$$

где  $m_{np}$  - масса призмы волочения,  $\kappa H$ ;

$\alpha$  - угол установки отвала,  $град$ ;

$\delta$  - угол трения снега о поверхность отвала, ( $tg\delta = f_1$ ), (таблица 2);

$f_1$  – коэффициент внешнего трения;

$f_2$  – коэффициент внутреннего трения, (таблица 3);

$g$  – ускорение свободного падения,  $м/с^2$ ,

$$m_{np} = \frac{B^2 * \cos \delta * h_{cp} \rho_c}{2 * \sin \alpha * \cos(\alpha + \delta)}, \quad (6)$$

где  $\rho_c$  - плотность снега,  $\kappa H/м^3$ .

Таблица 2 – Коэффициенты внешнего трения  $f_1$

|                                                           |     |     |     |     |     |     |
|-----------------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Плотность снега,<br>$\rho_c$ , $\kappa H/м^3$             | 1,0 | 2,0 | 3,0 | 4,0 | 4,5 | 5,0 |
| Коэффициенты внешнего трения при температуре, $t^\circ C$ |     |     |     |     |     |     |

|               |      |       |       |       |       |       |
|---------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| -4°C          | 0,10 | 0,085 | 0,07  | 0,055 | 0,048 | 0,025 |
| -16°C ÷ -30°C | 0,14 | 0,097 | 0,08  | 0,065 | 0,048 | 0,033 |
| -1°C ÷ 0°C    | 0,18 | 0,11  | 0,069 | 0,075 | 0,056 | 0,040 |

Таблица 3 – Коэффициенты внутреннего трения  $f_2$

| Плотность<br>снега, $\rho_c$ , $кН/м^3$                      | 1,2  | 2,0  | 3,0  | 4,0  | 4,7  | 5,6  |
|--------------------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|
| Коэффициенты внутреннего трения при температуре, $t^\circ C$ |      |      |      |      |      |      |
| $\approx 0^\circ C$                                          | 0,24 | 0,30 | 0,35 | 0,4  | 0,42 | 0,45 |
| $-1^\circ C \div -6^\circ C$                                 | 0,29 | 0,33 | 0,39 | 0,44 | 0,47 | 0,50 |
| $\leq -10^\circ C$                                           | 0,34 | 0,36 | 0,46 | 0,50 | 0,53 | 0,57 |

Сопротивление перемещению снега вдоль отвала,  $W_3, кН$ , возникает под действием силы трения в результате движения призмы волочения вдоль отвала, которое можно найти, используя следующее выражение:

$$W_3 = \frac{m_{пр} * f_1 * f_2 * \cos \delta * \cos \alpha * g}{10}, \quad (7)$$

Сопротивление движению плуга,  $W_4, кН$ , найдем как:

$$W_4 = \frac{m_{пр} * (f_3 + i) * g}{10}, \quad (8)$$

где  $m_{пл}$  – масса плуга,  $кН$ ;

$f_3$  – коэффициент трения ножа плуга о снег, ( $f_3 = f_1$ );

$i$  – уклон местности, выраженный синусом угла уклона, ( $i \leq 30^\circ$ ).

Общее сопротивление,  $W_\Sigma, кН$ , возникающее при работе плужного оборудования, будет равно:

$$W_{\Sigma} = W_1 + W_2 + W_3 + W_4. \quad (9)$$

Определим мощность,  $N_{пл}$ , кВт, необходимую для работы плуга, воспользовавшись следующей формулой:

$$N_{пл} = \frac{W_E \cdot v_M}{\eta}, \quad (10)$$

где  $v_M$  - скорость машины, м/с;

$\eta$  - КПД передачи от двигателя к ведущим колесам, ( $\eta=0,8$ ).

### 3 Тяговый расчет снегоочистительной щетки.

Во время работы снегоочистительной щетки возникают следующие наиболее значимые сопротивления, одно из них это сопротивление,  $W_5$ , кН, вызываемое волочением ворса щетки по дорожному покрытию:

$$W_5 = P \cdot f_B, \quad (11)$$

где  $P$  – вертикальная реакция дороги на ворс щетки, кН;

$f_B$  – коэффициент трения ворса о поверхность дорожного покрытия (для капронового ворса  $f_B=0,32$ , для металлического  $f_B=0,35$ ).

Вертикальная реакция дороги на ворс щетки,  $P$ , кН, находится по следующему эмпирическому выражению:

$$P = 5.3 \cdot 10^2 \cdot d \left( \frac{E \cdot J}{l} \right)^2 \cdot h^{\frac{1}{3}} \cdot i_{\text{ворс}} [1 + 0.18 \cdot (v_M - 2)] \arccos \left( 1 - \frac{h}{r} \right), \quad (12)$$

где  $d$  – диаметр ворса, м, ( $d=0,003 \div 0,0035$  м);

$E$  – модуль упругости для капрона, кПа, ( $E=0,025 \cdot 10^8$  кПа);

$J$  – момент инерции ворса, (вычисляется по формуле момента

инерции круга),  $m^4$ ;

$\ell$  - длина ворса щетки, м, ( $\ell=r$ );

$h$  – величина деформации ворса, м;

$r$  – радиус щетки, м.

Сопротивление,  $W_6, \kappa H$ , возникающее при срезании слоя снега ворсом щетки, найдем как:

$$W_6 = B_1 \cdot h_{cp}' \cdot k_{cp} \cdot 10^3, \quad (13)$$

где  $B_1$  – ширина очищаемой щеткой полосы, м;

$h_{cp}'$  - средняя высота срезаемого слоя, ( $h_{cp}' = 0,003 \div 0,01$  м);

$k_{cp}$  – коэффициент сопротивления снега резанию, МПа, (таблица 1).

Движение ворсинок щетки относительно дороги является очень сложным, состоящим из переносного движения со скоростью перемещения машины и относительного с окружной скоростью вращения щетки. В связи с этим, мощность, расходуемая во время работы щетки, передается через ведущие колеса базового шасси автомобиля. А также через коробку отбора мощности непосредственно на механизмы привода щетки.

Мощность,  $N_{щ}', \kappa Bm$ , передаваемая через колеса определяется по формуле:

$$N_{щ}' = \frac{W_5 + W_6}{\eta} * \sin' \alpha * v_m, \quad (14)$$

где  $\alpha'$  - угол установки щетки, град, ( $\alpha' \approx 30^\circ$ );

$\eta$  - КПД передачи от двигателя к ведущим колесам, ( $\eta = 0,8$ );

$v_m$  - скорость машины, м/с.

Найдем мощность,  $N_{щ}'', \kappa Bm$ , передаваемую коробкой отбора мощности:

$$N''_{\text{щ}} = N_{\text{щ}} + N_{\text{деф}}, \quad (16)$$

где  $N_{\text{щ}}$  – мощность, затрачиваемая при волочении ворса и срезании снега,  $\kappa Bm$ ;

$N_{\text{деф}}$  – мощность, обусловленная деформацией ворса,  $\kappa Bm$ ,

$$N_{\text{щ}} = \frac{(W_5 + W_6) * v_{\text{щ}}}{\eta_1}, \quad (17)$$

где  $v_{\text{щ}}$  – окружная скорость щетки,  $m/c$ , ( $v_{\text{щ}} \approx 4,5 m/c$ );

$\eta_1$  – КПД передачи от двигателя к щетке, ( $\eta = 0,8$ ).

Мощность обусловленную деформацией ворса,  $N_{\text{деф}}$ ,  $\kappa Bm$ , определим используя эмпирическую формулу:

$$N_{\text{деф}} = 0,26 * 10^{-7} * i_{\text{ворс}} * \frac{n^{\frac{3}{2}}}{d} * \sqrt{h} * \left( \frac{E * l}{l} \right) * \psi, \quad (17)$$

где  $n$  – частота вращения щетки,  $об/мин$ , ( $n \approx 100 об/мин$ ),

$$\sin \psi = \frac{(r-h)}{(r-2)} * \sqrt{3 * (2r * h - h^2)}, \quad (18)$$

Найдем мощность  $N_{\text{пер}}$ ,  $\kappa Bm$ , необходимую для перемещения машины:

$$N_{\text{пер}} = \frac{W_7 * v_M}{\eta}, \quad (19)$$

где  $W_7$  – сопротивления перемещению машины,  $\kappa H$ ,

$\eta$  – КПД передачи от двигателя к ведущим колесам, ( $\eta = 0,8$ );

$v_M$  – скорость машины,  $m/c$ ,

$$W_7 = \frac{(m_M - m_{пл}) * (f_{кач} + i) * g}{10}, \quad (20)$$

где  $m_M$  - масса машины,  $кН$ ;

$m_{пл}$  - масса плуга,  $кН$ ;

$f_{кач}$  – коэффициент сопротивления перекачиванию машины, (таблица 7.4);

$i$  – уклон местности, выраженный синусом угла уклона, ( $i \leq 30^\circ$ ).

Таблица 4 – Коэффициенты сопротивления перекачиванию,  $f_{кач}$

| Вид снега                    | Коэффициенты сопротивления перекачиванию, $f_{кач}$ |
|------------------------------|-----------------------------------------------------|
| Лед или снежно-ледяной накат | 0,06÷0,08                                           |
| Снег, плотность в $кН/м^3$   |                                                     |
| • уплотненный 4,5÷6,0        | 0,08÷0,1                                            |
| • среднеуплотненный 2,5÷3,5  | 0,15÷0,2                                            |
| • рыхлый 1,5÷2,5             | 0,2÷0,25                                            |
| • мокрый рыхлый снег         | 0,3                                                 |

Определим требуемую для работы плужно-щеточного снегоочистителя суммарную мощность,  $\Sigma N$ ,  $кВт$ :

$$\Sigma N = N_{пл} + N_{щ'} + N_{щ''} + N_{пер.}, \quad (21)$$

#### 4 Определение производительности снегоочистителей.

Разделяют техническую и эксплуатационную производительность. Под технической производительностью понимают такую, которая получается при непрерывной работе машины, т.е. при очистке бесконечно длинной полосы шириной, равной ширине захвата машины. В этом случае техническая производительность  $П_T$ ,  $м^2/час$ , может быть найдена по формуле:



$$P_T = 3600 \cdot B \cdot v_M, \quad (22)$$

При определении эксплуатационной производительности учитывают необходимость перекрытия параллельных проходов машины, а также потери рабочего времени, обусловленные маневрированием, переездами и другими вспомогательными операциями. Эксплуатационную производительность  $P_{\text{Э}}$ ,  $\text{м}^2/\text{час}$ , вычислим используя следующее выражение:

$$P_{\text{Э}} = 3600 \cdot (B - b_{\text{П}}) \cdot v_M \cdot k_B, \quad (23)$$

где  $b_{\text{П}}$  – перекрытие смежных проходов, м, ( $b_{\text{П}} = 0,2 \div 1,0$  м);

$k_B$  – коэффициент использования машины во времени,

( $k_B = 0,75 \div 0,85$ )

### **Порядок выполнения практической работы**

- 1 Ознакомиться с теоретическими данными к представленной работе.
- 2 Выполнить все необходимые расчеты согласно представленным в таблице 5 исходным данным.

### **Контрольные вопросы:**

- 1) Перечислите основные типы машин используемых для зимнего содержания автомобильных дорог и аэродромов?
- 2) Из каких видов сопротивлений состоит общее сопротивление, возникающее при работе плужного оборудования?
- 3) Из каких материалов изготавливается щеточный ворс, используемый на плужно-щеточных снегоочистителях
- 4) Что представляет собой цилиндрическая щетка для снегоочистителя?
- 5) Назовите основные виды снегопогрузчиков и их назначение.
- 6) Какие материалы используются для поддержания в зимний период сцепных свойств покрытия на уровне, гарантирующем безопасное

передвижение транспорта?

7) Какие машины являются универсальными в теплое время года переоборудуются в поливомоечные?

8) В каких пределах может меняться угол между плугом и продольной осью машины?

9) Как определить количество закрепленного на щетке ворса?

10) Как найти техническую и эксплуатационную производительности плужно-щеточных снегоочистителей?

11) Назовите наиболее быстроизнашивающиеся элементы рабочих органов плужно-щеточных снегоочистителей?

12) Чем отличаются одноотвальные и двухотвальные плужные снегоочистители?

13) Что представляют собой плужные снегоочистители?

14) Укажите среднюю высоту погрузки снега в транспортные средства.

15) Назовите тип снегопогрузчика с максимальной дальностью отбрасывания снега?

Таблица 7.5 – Исходные данные к практической работе № 7

| № | Ширина очищаемой щеткой полосы, $ВI, м$ | Ширина захвата очищаемой полосы плугом, $В, м$ | Средняя высота убираемого слоя снега, $h_{cp}, м$ | Угол установки отвала, $\alpha$ , град. | Масса плуга, $m_{пл}, кН$ | Масса машины $m_M, кН$ | Скорость машины, $v_M, м/с$ |
|---|-----------------------------------------|------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-----------------------------------------|---------------------------|------------------------|-----------------------------|
| 1 | 2,3                                     | 2,5                                            | 0,4                                               | 35                                      | 2,9                       | 54,9                   | 5,54                        |
| 2 | 2,1                                     | 2,5                                            | 0,3                                               | 35                                      | 2,7                       | 51,3                   | 5,54                        |
| 3 | 1,6                                     | 2,16                                           | 0,5                                               | 30                                      | 3,75                      | 78,1                   | 3,047                       |
| 4 | 2,3                                     | 2,5                                            | 0,4                                               | 40                                      | 3,5                       | 54,9                   | 5,54                        |
| 5 | 2,1                                     | 2,5                                            | 0,3                                               | 40                                      | 2,7                       | 51,3                   | 5,54                        |
| 6 | 4,25                                    | 5,2                                            | 0,5                                               | 40                                      | 13,5                      | 270,0                  | 11,08                       |
| 7 | 1,4                                     | 1,55                                           | 0,4                                               | 35                                      | 2,7                       | 48,6                   | 3,36                        |
| 8 | 2,34                                    | 3,0                                            | 0,3                                               | 30                                      | 2,8                       | 55,63                  | 5,68                        |

|    |     |     |     |    |     |      |      |  |
|----|-----|-----|-----|----|-----|------|------|--|
| 9  | 2,5 | 2,5 | 0,3 | 40 | 2,9 | 54,9 | 6,05 |  |
| 10 | 2,7 | 3,0 | 0,4 | 35 | 3,5 | 58,4 | 6,23 |  |

## **Практическая работа 8**

### **Тема: Выбор метода борьбы с зимней скользкостью**

**Цель работы:** овладеть навыками работы с нормативно-технической документацией. Рассмотреть существующие методы борьбы с зимней скользкостью. Подтвердить компетенции ОК 1-5,8,9, ПК 4.1-4.5.

#### **Основные понятия**

Зимняя скользкость - ледяные образования и снежные отложения на поверхности дороги, приводящие к снижению коэффициентов сцепления колеса автомобиля с дорогой и ухудшению ровности.

Зимняя скользкость на покрытиях автомобильных дорог обусловлена образованием на них гололедицы, гололеда, снежного наката, а так же отложением мокрого и рыхлого снега.

По целевой направленности все мероприятия по борьбе с зимней скользкостью подразделяют на три группы:

- снижение отрицательного воздействия образовавшейся зимней скользкостью и повышение коэффициента сцепления колес автомобиля с дорогой путем россыпи по обледенелому покрытию минеральных материалов;
- удаление с покрытия, образовавшегося ледяного или снежного слоя с применением химических, механических, тепловых и других методов;
- предотвращение образований снежно-ледяного слоя или ослабление его сцепления с покрытием путем профилактической обработки покрытия противогололедными химическими веществами или введением противогололедных реагентов в состав покрытия. Рекомендуемые меры по борьбе с зимней скользкостью в зависимости от температуры воздуха приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Рекомендуемые меры по борьбе с зимней скользкостью

| Снежно-ледяные отложения                                                  | Температура воздуха, 0С | Рекомендуемые меры борьбы                                                                                                                                                                                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Тонкие (1 – 2мм) ледяные пленки и корки                                   | От 0 до -12             | Распределение химических веществ.<br>Удаление остатков растопленного льда механической щеткой.                                                                                                                                                                                  |
|                                                                           | От -12 до -20           | При кратковременном понижении температуры (не более суток) россыпь фрикционных материалов, смешанных с химическими веществами. Если низкая температура удерживается, распределение химических веществ до полного разрушения ледяных отложений с удалением остатков льда щеткой. |
|                                                                           | Ниже -20                | Распределение химических веществ путем температурного действия с последующим удалением остатков разрушенной ледяной корки механической щеткой.                                                                                                                                  |
| Уплотненный снег, накатанный колесами автомобилей до скользкого состояния | От -10 до -15           | Удаление с предварительным ослаблением наката распределением химических противогололедных веществ.                                                                                                                                                                              |
| Мокрый снег                                                               | От 0 до -2              | Очистка покрытия автомобильными плужными снегоочистителями со щетками. В необходимых случаях распределение небольшого количества противогололедных химических веществ.                                                                                                          |

К противогололедным материалам (ПГМ) относятся твёрдые, жидкие или комбинированные материалы, применяемые для борьбы с зимней скользкостью на автомобильных дорогах.

Химические. Твёрдые сыпучие (кристаллические, гранулированные или чешуирированные) и жидкие (растворы или рассолы химических реагентов).

Фрикционные. Мелкий щебень, песок, песчано-гравийная смесь (ПГС), шлак, золы уноса.

Комбинированные. Смесь фрикционных и химических материалов.

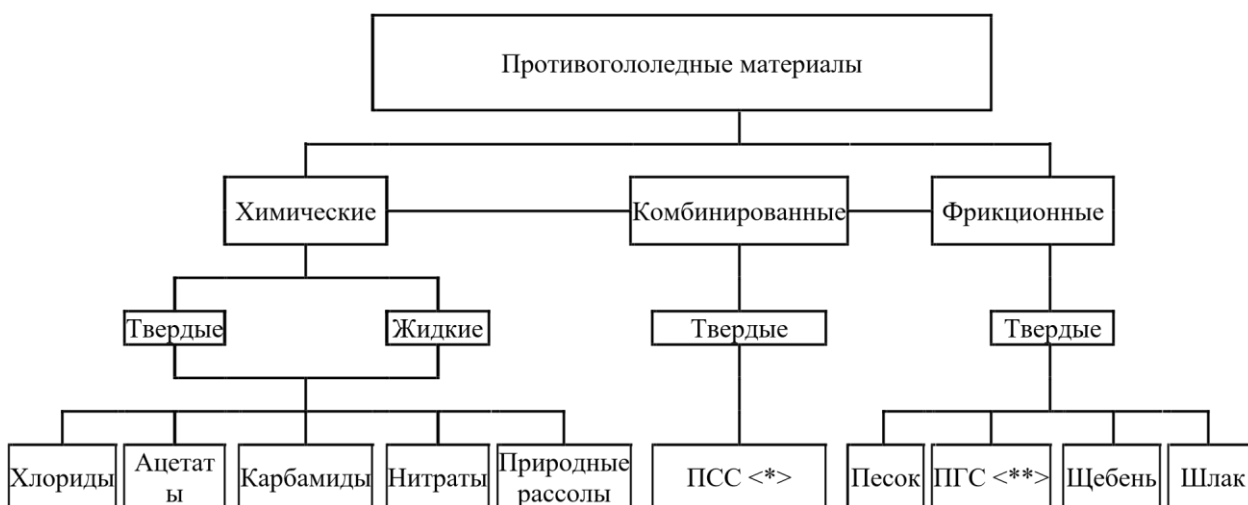


Рисунок 1 – Классификация противогололедных средств

ПСС - пескосоляная смесь.

ПГС - песчано-гравийная смесь.

Фрикционные ПГМ должны повышать коэффициент сцепления со снежно-ледяными отложениями на покрытии для обеспечения безопасных условий движения; иметь высокие физико-механические свойства, препятствующие разрушению, износу, дроблению и шлифованию ПГМ, и обладать свойствами, препятствующими увеличению запыленности воздуха и загрязнения придорожной полосы.

Фрикционные материалы должны применяться в сухом, рассыпчатом состоянии с влажностью, не превышающей безопасную, в отношении смерзания. Безопасная влажность для некоторых фрикционных ПГМ приведена в приложении 3 ОДМ «Руководство по борьбе с зимней скользкостью на автомобильных дорогах».

Наиболее распространенным фрикционным материалом является природный песок, наибольшая величина частиц которого не должна превышать 5,0 мм. Оптимальным является песок с модулем крупности от 2 до 3,5. В нем не допускается содержание пылеватых глинистых и других загрязняющих примесей более 3 %, а также отдельных крупных камней или

щебня.

В качестве фрикционного материала может быть использован отсев от дробления щебня (дробленый песок). Размер фракций до 5,0 мм.

Для предотвращения смерзания и придания сыпучести в мелкий щебень добавляют сухой песок 20 % по объему или 5 % - 10 % - по массе (технический хлористый натрий).

Шлаки не должны содержать обломков металла и агрессивных химических веществ. В связи с тем, что топочный шлак легко крошится, применять его в населенных пунктах не рекомендуется.

Комбинированные ПГМ обладают одновременно функциями фрикционных и химических материалов и состоят, как правило, из смеси песка и химических ПГМ.

В качестве химических добавок используют твердые соли: технический хлористый натрий, соль сильвинитовых отвалов и хлористый кальций.

Из жидких хлоридов пригодны для этих целей высококонцентрированные растворы хлоридов натрия, кальция и магния. Они могут применяться как каждый в отдельности, так и смешанными между собой в различных пропорциях. Наилучший эффект достигается при использовании насыщенных растворов или растворов, близких к ним по концентрации.

Комбинированные ПГМ должны иметь в своем составе не менее 10 % химически чистых солей. Эффективность борьбы с зимней скользкостью повышается с увеличением количества соли в смеси.

При использовании в смеси высококонцентрированных жидких хлоридов их количество, в качестве добавки, определяется с учетом концентрации растворенных химически чистых солей. Добавляя раствор, нельзя допускать переувлажнения ПГМ до состояния, при котором он начинает расплываться.

Пескосоляную смесь готовят на базах ПГМ путем тщательного перемешивания компонентов смеси.

Целесообразно заготовку смеси производить в сухое время летнего или

осеннего периода и по возможности в объеме, достаточном для предупреждения и ликвидации зимней скользкости в течение всего зимнего периода на обслуживаемом участке дороги.

Химические ПГМ применяют в твердом, жидком и смоченном виде. Сырьем для получения этих материалов чаще всего являются природные запасы бишофита, галита или отходы промышленности (сильвинитовые, карнолитовые отходы и др.).

В качестве противогололедных химических веществ используют твердые и жидкие хлориды - техническая поваренная соль  $\text{NaCl}$ , техническая соль сильвинитовых отвалов  $\text{NaCl} + \text{KCl}$ , хлористый кальций, хлористый кальций фосфатированный (ХКФ), смеси  $\text{NaCl} + \text{CaCl}_2$ ; нитрат кальция - мочевины (НКМ); хлористый магний ( $\text{MgCl}_2$ ) «Бишофит»; реагент КНМ; мочевины (карболит)  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ ; НКММ; СМА. В качестве жидких противогололедных материалов применяют жидкие хлориды ( $\text{NaCl}$ ,  $\text{CaCl}_2$  и др.) с концентрацией твердых хлоридов 15% и более, жидкие искусственные противогололедные материалы - растворы различных твердых химических веществ с концентрацией от 15 до 50%, Антиснег 1 (АС-1) - 30% водный раствор с концентрацией ацетата аммония ( $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ ), Нордикс - 50% водный раствор с концентрацией ацетата калия ( $\text{CH}_3\text{COOK}$ ), естественные рассолы 15 - 30% концентрации хлоридов.

Основные требования к химическим противогололедным материалам, методы контроля их качества, оптимальные температуры воздуха при которых они применяются приведены в ОДН 218.2.0272003 в ОДМД - руководстве. Химические противогололедные материалы для ликвидации зимней скользкости распределяют по нормам, приведенным в справочной, нормативной литературе и в таблице 2 данных методических указаний. Эти нормы рассчитаны на полное расплавление стекловидного льда толщиной 1 - 3 мм, уплотненного и рыхлого снега. При большей толщине стекловидного льда расход реагентов пропорционально увеличивают.

Противогололедные материалы распределяют равномерно по



поверхности покрытия в соответствии с необходимыми нормами расхода распределителями твердых и жидких противогололедных материалов, технические характеристики которых приведены в ОДМ [6].

Нормы расхода фрикционных материалов назначают в зависимости от интенсивности движения: менее 500 авт/сут - 100 -150 г/м<sup>2</sup>; 500 – 1000 авт/сут - 150 - 200 г/м<sup>2</sup>; 1000 - 3000 авт/сут - 250 - 400 г/м<sup>2</sup> [12].

Распределение пескосоляной смеси при химико-фрикционном методе борьбы с зимней скользкостью производится в количестве 350 г/м<sup>2</sup> при соотношении компонентов 90:10 и 175 г/м<sup>2</sup> при соотношении 80:20.

С целью снижения расхода твердых ПГМ (чаще всего хлористого натрия), повышения плавающей способности и увеличения адгезии к поверхности покрытия их обрабатывают растворами солей с пониженной точкой эвтектики (кристаллизации). Наибольшую эффективность смоченные таким образом соли приобретают при обработке их раствором хлористого кальция (магния) 20 - 25 %-ной концентрации в количестве 20 - 30 % по массе.

Все химические ПГМ, применяемые для борьбы с зимней скользкостью на дорогах и улицах, должны обладать следующими общими свойствами:

- Понижать температуру замерзания раствора.
- Обеспечивать таяние снежно-ледяных отложений на дорожных покрытиях.
- Проникать сквозь слои снега и льда, разрушая межкристаллические связи, и снижать силы смерзания слоев отложений с дорожным покрытием.
- Не увеличивать скользкость обработанных покрытий, особенно при использовании ПГМ в виде растворов.
- Быть технологичными при хранении, транспортировке и применении.
- Быть экологически безопасными и не оказывать вредного влияния на природную среду (растения, вода, почва и др.), металл, бетон, кожу и резину.

### **Порядок выполнения работы**

Анализируя данные о частоте гололедов и продолжительности

различных состояний зимней скользкости в районе эксплуатации дороги (приложение А), а также о категории дороги и нормативных сроках ликвидации зимней скользкости (приложение Б) назначают мероприятия и выбирают технологию борьбы с зимней скользкостью по учебной, справочной и методической литературе с учетом данных в таблице 1 методических указаний.

После этого производят выбор метода работ и применяемых материалов.

На практике наиболее эффективным считается способ борьбы с зимней скользкостью путем распределения твердых (как правило, смоченных) или жидких противогололедных реагентов (на дорогах I - II категории). На дорогах более низких категорий (III -IV категории) чаще всего применяют пескосоляные смеси (при соотношении соли к песку 1:10). На дорогах с покрытием из свежееуложенного цементобетона (до одного года с момента укладки) и на мостах применяют россыпь фрикционных материалов или ПГМ на ацетатной или карбамидной основе (Антиснег, Нордикс, НКМН и др.)

По ОДМ [6] или по приложению Б определяют ориентировочную потребность в противогололедных материалах (в пересчете на твердые хлориды) для данного региона проложения дороги по формуле, т

$$Q = n S, \quad (1)$$

где  $n$  - нормативный расход ПГМ, т/м<sup>2</sup>, для данного региона;

$S$  - минимальная площадь очищенной поверхности проезжей части, м<sup>2</sup>.

Минимальную площадь очищенной проезжей части в проекте принимают:

$$S = b_n L, \quad (2)$$

где  $b_n$  - минимальная ширина очищенной поверхности проезжей части,

равная ширине проезжей части и укрепленных полос обочин, м.;

L -длина дороги, м.

Расход песка при химико-фракционном методе борьбы зимней скользкостью определяют из соотношения соли к песку (1:k) в пескосоляной смеси:

$$\Pi = k S, \quad (3)$$

Расход песка в пескосоляной смеси, м<sup>3</sup>

$$\Pi = \frac{k * S}{\rho}, \quad (4)$$

где  $\rho$  - плотность песка и твердых хлоридов, равная 1,3 - 1,4 т/м<sup>3</sup>.

Расход потребности в материалах можно также определить по количеству гололедов за зиму (приложение Б), количеству снегопадов за зиму с интенсивностью 3 мм воды в сутки и более (приложение Б), т:

$$\sum Q = Q_{\Gamma} * n + Q_c * m, \quad (5)$$

где  $Q_{\Gamma}$  - потребность материала на 1 гололед, т.;

n - количество гололедов в году;

$Q_c$  - потребность материала на 1 снегопад интенсивностью 3 мм в сутки и более, т.;

m - количество снегопадов в году.

Расчет материалов на 1 гололед или на 1 снегопад, т., производят по формулам:

$$Q_{\Gamma} = 1 \cdot 10^{-3} S a k_n, \quad (6)$$

$$Q_c = 1 \cdot 10^{-3} S b k_n, \quad (7)$$

где  $a$  - норма россыпи материала при данной температуре на 1 гололед, г/м<sup>2</sup>;

$b$  - норма россыпи материала при данной температуре на 1 снегопад, г/м<sup>2</sup>;

$k_n$  - коэффициент, учитывающий неточность россыпи материала,  $k_n=1,05$ .

Противогололедные материалы (ПГМ) распределяют равномерно по поверхности покрытия в соответствии с необходимыми нормами расхода.

Оптимальные величины норм распределения твердых противогололедных материалов (г/м<sup>2</sup>) и жидких (л/м<sup>2</sup>) в зависимости от температуры воздуха приведены в ОДМ [6] и в приложении В.

Для борьбы с зимней скользкостью желательно применять ингибированные хлориды, приготовленные путем добавления химических веществ - ингибиторов коррозии, которые снижают коррозионную активность хлоридов. В качестве ингибиторов применяют смесь натрия кремнекислого (50 %) и натрия кремнефтористого (50 %) в количестве 2-3 % к хлористому натрию и хлористому кальцию; гексаметофосфат натрия 1-2 % к хлористому кальцию; двойной суперфосфат 3 % к хлористому натрию и калниту природному; одно и двузамещенный фосфат натрия - 3-5 % к хлористому натрию и калниту природному, 1 %- к жидким хлоридам (рассолам); суперфосфат - 3-5 % к хлористому натрию, 5-7 % - к хлористому кальцию и калниту природному.

Годовую потребность в ингибиторах определяют исходя из годовой потребности хлоридов и норм добавок.



## Список использованных источников

1. ГОСТ Р 50597-2017 Автомобильные дороги и улицы. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения.
2. ГОСТ Р 59201-2021 Дороги автомобильные общего пользования. Капитальный ремонт, ремонт и содержание. Технические правила.
3. ГОСТ Р 52399-2005 "Геометрические элементы автомобильных дорог"
4. ГОСТ 33151-2014 "Дороги автомобильные общего пользования. Элементы обустройства. Общие требования"
5. ГОСТ Р 52289-2019 "Технические средства организации дорожного движения. Правила применения"
6. ГОСТ 30412-96 "Дороги автомобильные и аэродромы. Методы измерений неровностей оснований и покрытий"
7. ГОСТ 30413-96 "Дороги автомобильные. Метод определения коэффициента сцепления колеса автомобиля с дорожным покрытием".
8. ОДМ 218.5.001-2008 Методические рекомендации по защите и очистке автомобильных дорог от снега.
9. ОДМ 218.3.110 - 2019 Правила разработки проектов содержания автомобильных дорог. - М.: Росавтодор Минтранса России, 2019
10. ОДМ Руководство по борьбе с зимней скользкостью на автомобильных дорогах / Министерство транспорта Российской Федерации. - М.: Информавтодор, 2003. - 71 с.
11. ОДН 218.2.027-2003. Требования к противогололедным материалам / Министерство транспорта Российской Федерации. - М.: Информавтодор, 2003. - 21 с.
12. СП 34.13330.2021 Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 2.05.02-85
13. СП 131.13330.2020 Строительная климатология

14. СП 78.13330.2012 "Автомобильные дороги. Правила производства и приемки работ"

15. СП 48.13330.2019 "Организация строительства. Актуализированная редакция СНиП 12-01-2004"

16. Классификация работ по ремонту и содержанию автомобильных дорог общего пользования / Министерство транспорта Российской Федерации. - М.: Информавтодор, 2002. - 23 с.

17. Васильев А.П., Эксплуатация автомобильных дорог: учебник в 2 т. - М.: Издательский центр «Академия», 2010. – 320 с.

18. Васильев А.П. Ремонт и содержание автомобильных дорог: Справочная энциклопедия дорожника (СЭД). Т. 2 / А.П. Васильев, Э.В. Дигнес, М.С. Коганзон и др.; Под редакцией А.П. Васильева. - М.: Информавтодор, 2004. – 507 с.

## Приложение А

Таблица 1 - Среднемноголетние данные образования зимней скользкости и ориентировочной потребности противогололедных материалов (в пересчете на твердые хлориды) в разных регионах Российской Федерации.

| Центры регионов | Зимняя скользкость |           |                                | Число дней с гололедом | Расход ПГМ, т/1000м <sup>2</sup> |
|-----------------|--------------------|-----------|--------------------------------|------------------------|----------------------------------|
|                 | Начало             | Окончание | Продолжительность периода, дни |                        |                                  |
| 1               | 2                  | 3         | 4                              | 5                      | 6                                |
| 1. Архангельск  | 20.10              | 21.04     | 179                            | 112                    | 2,2                              |
| 2. Астрахань    | 25.11              | 16.03     | 112                            | 35                     | 0,2                              |
| 3. Белгород     | 15.11              | 23.03     | 129                            | 64                     | 0,8                              |
| 4. Брянск       | 14.11              | 26.03     | 133                            | 73                     | 1,1                              |
| 5. Владимир     | 02.11              | 04.04     | 154                            | 79                     | 1,9                              |
| 6. Волгоград    | 16.11              | 23.03     | 129                            | 59                     | 0,7                              |
| 7. Вологда      | 30.10              | 07.04     | 160                            | 93                     | 1,8                              |
| 8. Воронеж      | 10.11              | 27.03     | 141                            | 72                     | 0,9                              |
| 9. Иваново      | 31.10              | 06.04     | 158                            | 95                     | 1,8                              |
| 10. Иркутск     | 16.10              | 13.04     | 180                            | 63                     | 1,5                              |
| 11. Калининград | 05.12              | 10.03     | 96                             | 56                     | 0,6                              |
| 12. Калуга      | 07.11              | 05.04     | 150                            | 77                     | 1,4                              |
| 13. Кемерово    | 19.10              | 18.04     | 182                            | 87                     | 1,6                              |
| 14. Киров       | 25.10              | 09.04     | 169                            | 92                     | 2,4                              |
| 15. Кострома    | 31.10              | 06.04     | 158                            | 93                     | 1,9                              |
| 16. Краснодар   | 20.12              | 24.02     | 64                             | 32                     | 0,1                              |
| 17. Курган      | 22.10              | 10.04     | 171                            | 65                     | 1,8                              |
| 18. Курск       | 11.11              | 26.03     | 136                            | 78                     | 1,2                              |
| 19. Липецк      | 09.11              | 29.03     | 141                            | 73                     | 1,0                              |
| 20. Москва      | 05.11              | 05.04     | 152                            | 79                     | 1,7                              |
| 21. Мурманск    | 17.10              | 21.04     | 187                            | 106                    | 1,5                              |

Продолжение таблицы 1

|                     |       |       |     |    |     |
|---------------------|-------|-------|-----|----|-----|
| 22. Нижний Новгород | 29.10 | 05.04 | 159 | 88 | 1,9 |
| 23. Новгород        | 05.11 | 02.04 | 146 | 71 | 1,1 |



|                     |       |       |     |     |     |
|---------------------|-------|-------|-----|-----|-----|
| 24. Оренбург        | 20.10 | 14.04 | 177 | 68  | 1,3 |
| 25. Орел            | 09.11 | 03.04 | 146 | 73  | 1,0 |
| 26. Пенза           | 03.11 | 04.04 | 153 | 79  | 1,9 |
| 27. Пермь           | 21.10 | 08.04 | 170 | 101 | 2,2 |
| 28. Псков           | 13.11 | 01.04 | 139 | 73  | 0,7 |
| 29. Ростов-на-Дону  | 27.11 | 12.03 | 113 | 46  | 0,3 |
| 30. Рязань          | 05.11 | 04.04 | 151 | 78  | 1,6 |
| 31. Самара          | 01.11 | 06.04 | 157 | 74  | 1,7 |
| 32. Санкт-Петербург | 11.11 | 03.04 | 143 | 85  | 1,2 |
| 33. Саратов         | 09.11 | 31.03 | 149 | 60  | 1,4 |
| 34. Смоленск        | 08.11 | 01.04 | 145 | 78  | 1,1 |
| 35. Ставрополь      | 26.11 | 14.03 | 109 | 34  | 0,5 |
| 36. Тамбов          | 07.11 | 02.04 | 147 | 78  | 1,4 |
| 37. Тверь           | 04.11 | 03.04 | 151 | 82  | 1,8 |
| 38. Тула            | 08.11 | 02.04 | 145 | 77  | 1,4 |
| 39. Ульяновск       | 31.10 | 06.04 | 153 | 74  | 1,9 |
| 40. Ярославль       | 03.11 | 04.04 | 153 | 83  | 2,0 |
| 35. Ставрополь      | 26.11 | 14.03 | 109 | 34  | 0,5 |
| 36. Тамбов          | 07.11 | 02.04 | 147 | 78  | 1,4 |
| 37. Тверь           | 04.11 | 03.04 | 151 | 82  | 1,8 |

## Приложение Б

### Допустимые уровни и требования к зимнему содержанию дорог

Уровни содержания:

- Группа А - дороги с чистой поверхностью на всю ширину проезжей части;
- Группа Б - дороги с чистой поверхностью середины проезжей части;
- Группа В - дороги с уплотненным снегом на проезжей части.

Таблица 1 - Предельно допустимые значения требований по уровням содержания дорог

| Характеристики дорог                                       | Интенсивность движения, авт/сут | Минимальная ширина очищенной поверхности проезжей части, м | Допустимая толщина рыхлого снега на проезжей части, мм | Допустимая толщина уплотненного снега на проезжей части, мм | Допустимая толщина уплотненного снега на обочинах, мм |
|------------------------------------------------------------|---------------------------------|------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| 1                                                          | 2                               | 3                                                          | 4                                                      | 5                                                           | 6                                                     |
| Федеральные автомобильные дороги                           | > 3000                          | На всю ширину                                              | 20                                                     | -                                                           | 50                                                    |
|                                                            | 1000–3000                       | То же                                                      | 25                                                     | -                                                           | 60                                                    |
|                                                            | <1000                           | » »                                                        | 30                                                     | -                                                           | 70                                                    |
| Территориальные дороги с регулярным автобусным движением   | >3000                           | » »                                                        | 30                                                     | -                                                           | 60                                                    |
|                                                            | 1000-3000                       | » »                                                        | 40                                                     | -                                                           | 70                                                    |
|                                                            | <1000                           | » »                                                        | 60                                                     | -                                                           | 80                                                    |
| Дороги местного значения с регулярным автобусным движением | <1000                           | » »                                                        | 70                                                     | -                                                           | 120                                                   |
| Дороги местного значения с допустимым перерывом движения   | Движение нерегулярное           | 50                                                         | 200                                                    | 24 - 48                                                     |                                                       |

## Приложение В

Таблица 1 - Нормы распределения твердых и жидких хлоридов и условия их

применения

| Материал                                                          | Концент-<br>рация, % | Нормы распределения твердых, г/м <sup>2</sup> , и жидких<br>хлоридов, л/м <sup>2</sup> , при температуре воздуха, °С |         |         |         |          |         |
|-------------------------------------------------------------------|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|---------|---------|----------|---------|
|                                                                   |                      | При рыхлом снеге                                                                                                     |         |         |         | При льде |         |
|                                                                   |                      | -4                                                                                                                   | -8      | -12     | -16     | -2       | -4      |
| Хлористый натрий в<br>виде поваренной соли<br>сильватовых отвалов | 90 - 80              | 15 - 20                                                                                                              | 30 - 35 | 45 - 50 | 55 - 60 | 40 - 45  | 75 - 85 |
| Хлористый кальций<br>чешуированный и ХКФ                          | 76                   | 20                                                                                                                   | 40      | 50      | 60      | 55       | 110     |
| Бишофит<br>чешуированный                                          | 47                   | 30                                                                                                                   | 45      | 60      |         | 7 5      | 140     |
| Карболит                                                          | 25                   | 60                                                                                                                   | -       | -       | -       | 50       | 115     |
| НКМ                                                               | 25                   | 50                                                                                                                   | 75      | 90      | -       | 65       | 130     |
| Хористо-натриевый<br>рассол                                       | 25                   | 0,04                                                                                                                 | 0,08    | 0,11    | 0,13    | 0,13     | 0,29    |
|                                                                   | 20                   | 0,06                                                                                                                 | 0,10    | 0,14    | 0,17    | 0,17     | 0,41    |
|                                                                   | 15                   | 0,08                                                                                                                 | 0,14    | -       | -       | 0,25     | 0,67    |
|                                                                   | 10                   | 0,14                                                                                                                 |         |         |         | 0,45     |         |
| Хлористо-кальциевый<br>рассол                                     | 35                   | 0,03                                                                                                                 | 0,05    | 0,07    | 0,08    | 0,10     | 0,21    |
|                                                                   | 30                   | 0,04                                                                                                                 | 0,07    | 0,09    | 0,10    | 0,12     | 0,26    |
|                                                                   | 20                   | 0,06                                                                                                                 | 0,10    | 0,14    | 0,16    | 0,21     | 0,52    |
|                                                                   | 10                   | 0,12                                                                                                                 |         |         |         | 0,61     |         |
| Хлористо-магниевый<br>рассол                                      | 35                   | 0,03                                                                                                                 | 0,04    | 0,05    | 0,06    | 0,08     | 0,14    |
|                                                                   | 30                   | 0,04                                                                                                                 | 0,05    | 0,06    | 0,07    | 0,10     | 0,20    |
|                                                                   | 20 10                | 0,05                                                                                                                 | 0,08    | 0,10    | 0,12    | 0,18     | 0,31    |
|                                                                   |                      | 0,11                                                                                                                 | 0,18    |         |         | 0,50     |         |

## Приложение Г

ОП «Политология» НИУ ВШЭ, 2017-18, «Математика и статистика, часть 2»

**ОП «Политология», 2017-18**

**Математика и статистика, часть 2**

**Работа с таблицей стандартного нормального распределения.**

*А. А. Макаров, А. А. Тамбовцева*

В таблице указаны значения функции распределения стандартного нормального закона, то есть такие вероятности:

$$\Phi(z_0) = P(Z < z_0),$$

где  $Z$  – случайная величина, распределенная в соответствии со стандартным нормальным законом,

$z_0$  – конкретное значение случайной величины  $Z$ .

Например, нам нужно найти такую вероятность:  $P(Z < 1.06)$ . Находим в первом столбце значение 1.0, а в первой строке значение 0.06. На пересечении соответствующей строки и столбца находим нужное нам значение 0.8554.

Таблица – распределение стандартного нормального закона

| $x$ | 0,00   | 0,01   | 0,02   | 0,03   | 0,04   | 0,05   | 0,06   | 0,07   | 0,08   | 0,09   |
|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 0,0 | 0,5000 | 0,5040 | 0,5080 | 0,5120 | 0,5160 | 0,5199 | 0,5239 | 0,5279 | 0,5319 | 0,5359 |
| 0,1 | 0,5398 | 0,5438 | 0,5478 | 0,5517 | 0,5557 | 0,5596 | 0,5636 | 0,5675 | 0,5714 | 0,5753 |
| 0,2 | 0,5793 | 0,5832 | 0,5871 | 0,5910 | 0,5948 | 0,5987 | 0,6026 | 0,6064 | 0,6103 | 0,6141 |
| 0,3 | 0,6179 | 0,6217 | 0,6255 | 0,6293 | 0,6331 | 0,6368 | 0,6406 | 0,6443 | 0,6480 | 0,6517 |
| 0,4 | 0,6554 | 0,6591 | 0,6628 | 0,6664 | 0,6700 | 0,6736 | 0,6772 | 0,6808 | 0,6844 | 0,6879 |
| 0,5 | 0,6915 | 0,6950 | 0,6985 | 0,7019 | 0,7054 | 0,7088 | 0,7123 | 0,7157 | 0,7190 | 0,7224 |
| 0,6 | 0,7257 | 0,7291 | 0,7324 | 0,7357 | 0,7389 | 0,7422 | 0,7454 | 0,7486 | 0,7517 | 0,7549 |
| 0,7 | 0,7580 | 0,7611 | 0,7642 | 0,7673 | 0,7704 | 0,7734 | 0,7764 | 0,7794 | 0,7823 | 0,7852 |
| 0,8 | 0,7881 | 0,7910 | 0,7939 | 0,7967 | 0,7995 | 0,8023 | 0,8051 | 0,8078 | 0,8106 | 0,8133 |
| 0,9 | 0,8159 | 0,8186 | 0,8212 | 0,8238 | 0,8264 | 0,8289 | 0,8315 | 0,8340 | 0,8365 | 0,8389 |
| 1,0 | 0,8413 | 0,8438 | 0,8461 | 0,8485 | 0,8508 | 0,8531 | 0,8554 | 0,8577 | 0,8599 | 0,8621 |
| 1,1 | 0,8643 | 0,8665 | 0,8686 | 0,8708 | 0,8729 | 0,8749 | 0,8770 | 0,8790 | 0,8810 | 0,8830 |
| 1,2 | 0,8849 | 0,8869 | 0,8888 | 0,8907 | 0,8925 | 0,8944 | 0,8962 | 0,8980 | 0,8997 | 0,9015 |
| 1,3 | 0,9032 | 0,9049 | 0,9066 | 0,9082 | 0,9099 | 0,9115 | 0,9131 | 0,9147 | 0,9162 | 0,9177 |
| 1,4 | 0,9192 | 0,9207 | 0,9222 | 0,9236 | 0,9251 | 0,9265 | 0,9279 | 0,9292 | 0,9306 | 0,9319 |
| 1,5 | 0,9332 | 0,9345 | 0,9357 | 0,9370 | 0,9382 | 0,9394 | 0,9406 | 0,9418 | 0,9429 | 0,9441 |
| 1,6 | 0,9452 | 0,9463 | 0,9474 | 0,9484 | 0,9495 | 0,9505 | 0,9515 | 0,9525 | 0,9535 | 0,9545 |
| 1,7 | 0,9554 | 0,9564 | 0,9573 | 0,9582 | 0,9591 | 0,9599 | 0,9608 | 0,9616 | 0,9625 | 0,9633 |
| 1,8 | 0,9641 | 0,9649 | 0,9656 | 0,9664 | 0,9671 | 0,9678 | 0,9686 | 0,9693 | 0,9699 | 0,9706 |
| 1,9 | 0,9713 | 0,9719 | 0,9726 | 0,9732 | 0,9738 | 0,9744 | 0,9750 | 0,9756 | 0,9761 | 0,9767 |

Получаем  $P(Z < 1.06) = 0.8554$

**Пример 1.** Найти вероятность  $P(Z < -1.23)$ .

$$P(Z < -1.23) = \Phi(-1.23) = 1 - \Phi(1.23) = 1 - 0.8907 = 0.1093$$

**Почему  $\Phi(-z_0) = 1 - \Phi(z_0)$ ?**

1.  $\Phi(-z_0) = P(Z < -z_0)$ .
2. Домножим правую часть на  $-1$ :  $P(Z > z_0)$ .
3.  $P(Z > z_0) = 1 - P(Z \leq z_0) = 1 - P(Z < z_0)$ .
4.  $1 - P(Z < z_0) = 1 - \Phi(z_0)$ .

**Пример 2.** Найти  $P(1.15 < Z < 2.1)$ .

$$P(1.15 < Z < 2.1) = \Phi(2.1) - \Phi(1.15) = 0.9821 - 0.8749 = 0.1072$$

Посчитать такую вероятность мы можем, пользуясь тем, что  $P(a < X < b) = F(b) - F(a)$ .