

Нормативно-техническое обеспечение ВМ автомобильных дорог

Скворцов А.В., д.т.н., профессор, генеральный директор ООО «ИндорСофт» (г. Томск)

В мире примерно с 2010 г. начал формироваться шестой технологический уклад мировой экономики, а дорожная нормативно-техническая база всё ещё соответствует только четвёртому укладу. В статье обсуждаются шаги, необходимые для приведения процесса управления автомобильными дорогами в соответствие с требованиями уже завершённого пятого уклада (основанного на электронике, вычислительной технике, телекоммуникациях и информационных технологиях) и подготовиться к шестому (основанному на нано-, био-, IT-технологиях и их конвергенции).

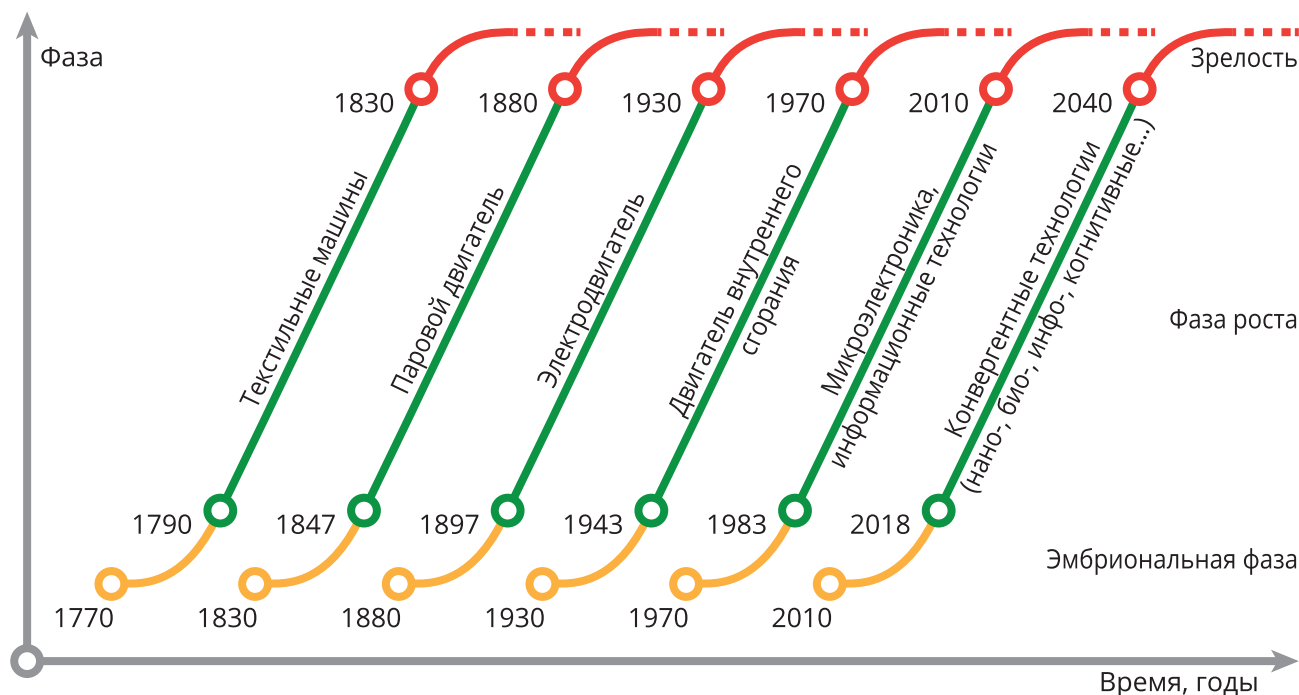


Рис. 1. Технологические уклады мировой экономики

1. Стандартизация как отражение технологического уклада мировой экономики

Стандартизация как процесс имеет важную функцию **«содействия здоровой конкуренции»**. Но это совершенно не означает, что стандарты должны быть очень свободными и необязательными к выполнению. Наоборот, в дорожных стандартах должно быть закреплено самое современное состояние научного понимания процесса управления автомобильными дорогами, самые современные практики проектирования, строительства и эксплуатации. А конкурировать нужно, опираясь на современные инструменты.

В последние годы в Российской Федерации активно идёт ревизия нормативно-технической базы, применяемая для проектирования, строительства и эксплуатации автомобильных дорог. Хотелось бы обсудить, в каком направлении она идёт и какова стратегическая цель.

К сожалению, после развала Советского Союза дорожная отрасль, как и другие, длительное время не могла уделять внимание нормотворчеству, и поэтому во многом состояние нормативно-технической базы сейчас соответствует идеологическому пониманию и состоянию 60–80-х годов

20 века. При этом в мировой экономике за это время появился **пятый технологический уклад** и начал формироваться **шестой** [1] (рис. 1).

Основой *пятого технологического уклада* (1970–2010 гг.), помимо прочего, являлись такие технологии как электроника, вычислительная техника, телекоммуникации и информационные технологии. В дорожном хозяйстве это позволило автоматизировать отдельные процессы проектирования (появились САПР автомобильных дорог), строительства (системы управления строительной техникой) и эксплуатации (ГИС автомобильных дорог), созданы интеллектуальные транспортные системы (ИТС).

Основой *шестого технологического уклада* (который начался в 2010 г. и предположительно будет сформирован к 2020 г.) должно стать конвергентное применение различных современных технологий (электроники, информационных, нано-, био-, когнитивных, гуманитарных и пр.). В дорожной отрасли шестой технологический уклад сейчас формируется в виде совокупности бизнес-методов управления дорогой в течение всего жизненного цикла на основе информационных технологий (информационное моделирование автомобильных дорог) и концепции «умной дороги» (Smart Highway).

В нашей стране сейчас практически нет производственных сил шестого технологического уклада, а пятого уклада — только около 10%. В то же время в США (как в мировом экономическом лидере) доля шестого уклада составляет 5%, а пятого — более 60%.

Нашей стране необходимо стремительно «перепрыгнуть» через пятый технологический уклад и войти в шестой. Одним из имеющихся у государства рычагов для решения данной задачи является стандартизация. К сожалению, сейчас отечественная нормативно-техническая база крайне слабо ориентирована на автоматизацию отраслевых бизнес-процессов. Небольшим исключением являются стандарты в области интеллектуальных транспортных систем (ИТС), которые во многом основаны на современных международных стандартах.

Именно поэтому в Российской Федерации крайне актуально провести ревизию нормативно-технической базы не с позиций конъюнктурных требований, а системно, приведя всю базу в соответствие с требованиями пятого технологического уклада мировой экономики и заложив необходимый резерв развития.

Читателю здесь может показаться, что приведённые автором размышления о технологических укладах имеют слабое отношение к заявленной в заголовке статье BIM-технологиях. Но

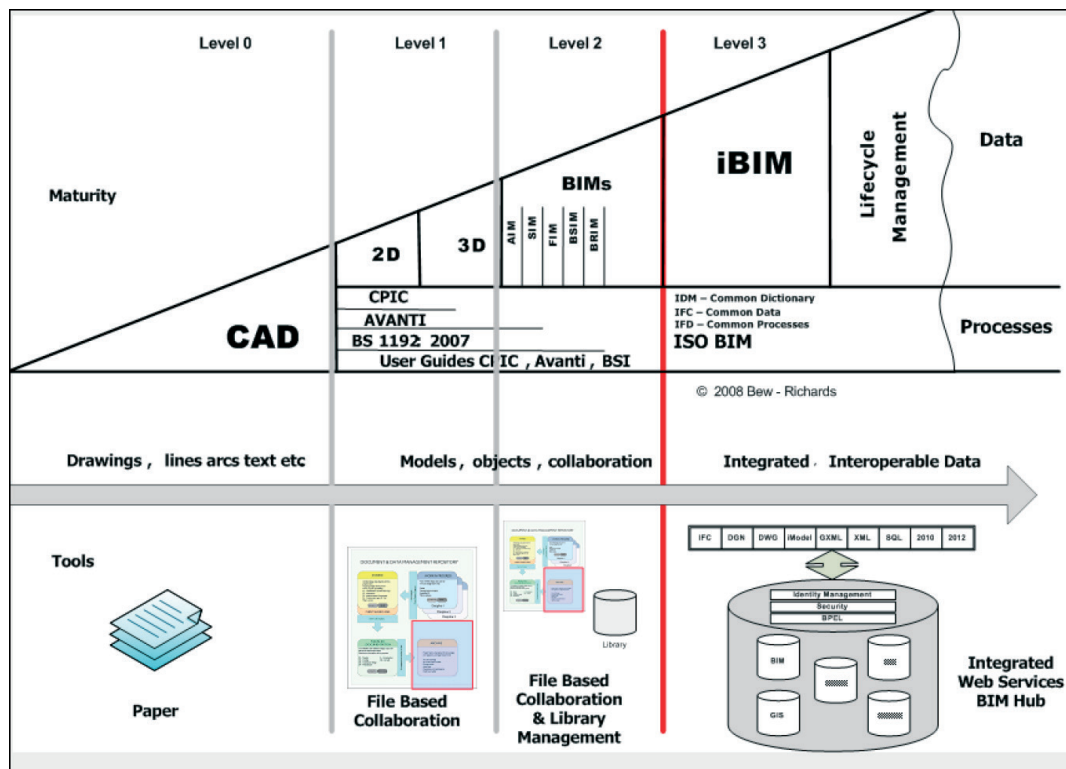


Рис. 2. Уровни зрелости BIM в модели «Bew-Richards Wedge 2008»

тут прослеживается очень интересная аналогия современного взгляда на BIM с теорией экономических циклов и технологическими укладами в научно-техническом прогрессе.

Попытки формализовать понятие BIM привели к появлению так называемых моделей зрелости BIM, с помощью которых можно оценить, соответствуют ли используемые технологии BIM-требованиям, а также выстроить вектор совершенствования технических, технологических и организационных процессов в организации.

Одна из таких наиболее популярных моделей — Interactive BIM Capability Maturity Model (I-CMM) — разработана и принята в стандарте National BIM Standard (США) [2]. Эта модель построена конструктивно и позволяет при необходимости сразу же понять, какие шаги нужно предпринять для повышения уровня зрелости BIM в организации. В работе [3] рассмотрено, как эта модель может быть применена в дорожном хозяйстве Российской Федерации.

Другая популярная модель зрелости BIM предложена Mervyn Richards и Mark Bew в 2008 г. и представлена, например, в [4]. Эта модель обычно называется «Bew-Richards Wedge 2008» («Клин Бью-Ричардса, 2008»). Модель имеет 4 уровня зрелости от 0 до 3 и представляется графически в виде клина, показывающего рост возможностей BIM-систем при увеличении уровня (рис. 2). Что интересно, авторы модели описывают уровни 0–2 как **автоматизированные** информационные технологии в пределах отдельных задач и направлений (максимум, это

комплексные модели — отдельные BIM'ы, когда ещё нет конвергентности от взаимного проникновения моделей — архитектурных, конструктивных, сетевых, экологических и пр.), которые развивались в течение всего пятого технологического уклада. А вот уровень 3 BIM — это уже инструмент **автоматического** принятия решений в разнородной среде, включающей как внутренние модели зданий и сооружений, так и многочисленные внешние. Именно сейчас в современные стандарты BIM как обязательные вносят требования по взаимодействию с окружающей средой (экология), энергоэффективности, устойчивости в жизненном цикле региона и пр. А ведь это и есть одно из ключевых отличий пятого и шестого технологического укладов. Возможно поэтому в модели Бью-Ричардса между 2-м и 3-м уровнем проведена некая красная черта.

Именно сейчас, когда государство ставит перед собой задачу ускоренной модернизации, а также решает отдельные задачи по комплексному переходу на BIM-технологии в строительстве (в том числе и в дорожном), необходимо со стороны дорожной науки предложить шаги по улучшению сложившейся нормативно-технической базы, учитывая условия начинающегося шестого технологического уклада.

В настоящей статье хотелось бы предложить конкретные шаги, направленные на совершенствование отечественной нормативно-технической базы с позиций её применения для проектирования, строительства и эксплуатации автомобильных дорог совместно с автомати-

зированными системами и технологиями класса САПР, ГИС и BIM. Для этого нормативную базу необходимо адаптировать с целью возможности автоматизации требований и методик, заложенных в руководящих документах.

2. Проблемы применения стандартов

На первый взгляд, отечественная нормативная база имеет вполне стройную структуру, а имеющиеся требования по применению вполне чёткие. И действительно, большинство инженеров-дорожников без особых проблем применяют стандарты в своей работе. При этом компьютер выступает зачастую в роли калькулятора, помогающего просчитать те или иные узкие моменты. Подчёркнём, что инженер сам выстраивает весь процесс проектирования от начала до конца, а компьютер помогает автоматизировать решать отдельные узкие задачи.

Одним же из ключевых признаков BIM является наличие единой параметрической модели всего объекта строительства, что предполагает возможность изменения исходных данных и последующее полное автоматическое перестроение проекта как параметрически, так и структурно. Именно поэтому для успешного внедрения BIM необходимо также посмотреть на стандарты с позиций их **автоматического** применения.

2.1. Неполнота классификаций

Для примера возьмём свод правил СП 34.13330.2012 [5]. В нём используется термин «Рельеф местности», в зависимости от которого принимаются те или иные требования. Судя по СП 34.13330.2012, бывают следующие варианты «рельефа местности» (рис. 3):

- «**Равнинный**» (п. 5.23 и табл. 5.13).
- «**Пересечённый**» (пп. 5.23, 5.38 и табл. 5.13, 5.20).
- «**Горный**» (п. 5.23 и табл. 5.13).
- «**Трудные участки горной местности**» (пп. 3.25, 5.1, 5.11, 5.29, табл. 5.1).
- «Трудные участки пересечённой местности» (пп. 3.26, 5.1, табл. 5.1).
- «Трудные участки холмистого рельефа» (п. 5.18).
- «Особо трудные участки горной местности» (пп. 5.4, 5.21).
- «Особо трудные участки по усло-

5.1 Расчетные скорости движения для определения параметров плана, продольного и поперечного профилей, а также других параметров, зависящих от скорости движения принимают по таблице 5.

Т а б л и ц а 5.1

| Категория дороги | Расчетные скорости, км/ч | | |
|------------------|--------------------------|---|--------|
| | Основные | Допускаемые на трудных участках местности | |
| | | пересеченной | горной |
| IA | 150 | 120 | 80 |
| IB | 120 | 100 | 60 |
| IV | 100 | 80 | 60 |
| II | 120 | 100 | 60 |
| III | 100 | 80 | 50 |
| IV | 80 | 60 | 40 |
| V | 60 | 40 | 30 |

5.23 Число полос движения на дорогах категории I устанавливают в зависимости от интенсивности движения и рельефа местности по таблице 5.13.

Т а б л и ц а 5.13

| Рельеф местности | Интенсивность движения, приведенных ед./сут | Число полос движения |
|--------------------------|---|----------------------|
| Равнинный и пересеченный | Св. 14000 до 40000 | 4 |
| | » 40000 » 80000 | 6 |
| | » 80000 | 8 |
| Горный | Св. 14000 до 34000 | 4 |
| | » 34000 » 70000 | 6 |
| | » 70000 | 8 |

Дополнительный продольный уклон наружной кромки проезжей части по отношению к проектному продольному уклону на участках отгона виража принимают по таблице 5.18.

Т а б л и ц а 5.18

| Категория дороги | Тип местности | Уклон, ‰ |
|------------------|-----------------------|----------|
| I и II | Любой | 5 |
| III–V | В равнинной местности | 10 |
| III–V | В горной местности | 20 |

5.38 Длину прямых в плане следует ограничивать согласно таблице 5.20.

Т а б л и ц а 5.20

| Категория дороги | Предельная длина прямой в плане, м, на местности | |
|------------------|--|--------------|
| | равнинной | пересеченной |
| I | 3500–5000 | 2000–3000 |
| II, III | 2000–3500 | 1500–2000 |
| IV, V | 1500–2000 | 1500 |

Рис. 3. Фрагменты таблиц свода правил СП 34.13330.2012 с разными вариантами рельефа местности

виям застройки или рельефа местности» (п. 5.33).

В то же время из свода правил не ясно, является ли «холмистый» рельеф «пересечённым» или «горным». Без этого нельзя применять, например, таблицу 5.13. Возможно, опытный проектировщик, исходя из своего опыта, сможет подобрать соответствующее значение из этих таблиц, однако это совершенно некорректно с точки зрения автоматического применения этих таблиц в САПР.

ВЫВОД: Свод правил СП 34.13330.2012 необходимо дополнить классификацией типов местности с чётким

определением различных вариантов («равнинный», «пересечённый», «горный», и, возможно, с подвариантом «трудные участки»). Кроме того, желательно сразу указать машинное кодирование этих вариантов, например, «1 = равнинный», «2 = пересечённый», «3 = горный».

2.2. Неоднозначность применения классификаций

В продолжение примера с рельефом местности отметим, что в СП 34.13330.2012 при применении таблиц 5.18 и 5.20 непонятно, как учиты-

Таблица 2 — Длина участков с уменьшенными продольными уклонами

| Рельеф местности | Продольный уклон, ‰ | | | | | |
|----------------------------|--|------|-----|-----|-----|-----|
| | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 |
| | Предельная длина участка с затяжным уклоном, м | | | | | |
| Равнинный и слабохолмистый | 600 | 400 | 300 | 250 | 200 | 150 |
| Сильно пересеченный | 1500 | 1200 | 700 | 500 | 400 | 350 |

Рис. 4. Фрагменты таблицы ГОСТ Р 52399–2005 с вариантами рельефа местности

вать «пересечённый» рельеф, т.к. там предусмотрен только «равнинный» и «горный». В случае таблицы 5.20 ещё можно возразить, что в горных условиях длинные прямые в плане невозможны, однако САПР в любом случае должна как-то работать при любых исходных данных (в т.ч. для горного рельефа с длинной прямой в плане).

ВЫВОД: Все таблицы и графики в нормативных документах должны иметь в качестве аргумента все значения, возможные в соответствующем классификаторе. В случае СП 34.13330.2012 таблицу 5.18 необходимо дополнить строкой с «пересечённым» рельефом, а 5.20 — «горным».

2.3. Отсутствие классификации и несоответствие смежным стандартам

Выше мы для анализа взяли свод правил СП 34.13330.2012. Но если взять другие свежие документы, например, ГОСТ Р 52399–2005 Геометрические элементы автомобильных дорог [6], то там — в п.4.3 в таблице 2 также присутствует понятие «Рельеф местности», которое принимает два возможных значения, которые не соответствуют СП 34.13330.2012 (рис. 4):

- «Равнинный и слабохолмистый» (табл. 2).
- «Сильнопересечённый» (табл. 2).

Ещё один пример из СП 34.13330.2012 связан с классификацией грунтов. В приложении В дана обширная классификация типов местности и грунтов. Однако единой классификации типов грунтов нет! Есть классификация глинистых грунтов (табл. В.2), по степени засоления, по степени набухания и пр., но нет самих грунтов. Вроде бы СП 34.13330.2012 ссылается на ГОСТ 25100–95 [7], где дана детальная классификация грунтов, однако

она несколько отличается, в частности (рис. 5):

- **Дополнительные подтипы грунтов в СП:** табл. В.2 в СП и табл. Б.17 в ГОСТ.
- Разные значения параметра классификации по засолённости: табл. В.3 в СП и табл. Б.26 в ГОСТ.
- Разные критерии классификации по степени набухания: табл. В.4 в СП и табл. Б.20 в ГОСТ.
- Разные критерии классификации по степени просадочности: табл. В.5, В.10 в СП и табл. Б.21 в ГОСТ.
- Разные значения параметра классификации по пучинистости: табл. В.6 в СП и табл. Б.27 в ГОСТ.

Можно возразить, что в инженерной геологии нет подходящей единой классификации типов грунтов, есть только отдельные классификации по различным параметрам. Однако де-факто такая классификация есть, и она неявно представлена в СП 34.13330.2012 как аргумент к таблицам 7.2, 7.7 (песок, супесь, суглинок, глина), 7.4 (глыбы, крупнообломочные породы, песок, глина, лёсс), В.14 (песок, супесь, суглинок, глина, лёсс). Проектировщик может самостоятельно обратиться к этим таблицам и взять необходимое значение из таблиц, но с точки зрения САПР более продуктивным является автоматический выбор значения из таблицы при заданном типе грунта.

ВЫВОД: Свод правил СП 34.13330.2012 необходимо дополнить классификацией типов грунтов с точки зрения требований таблиц 7.2, 7.4, 7.7, В.14 (песок, супесь, суглинок, глина с соответствующими подтипами). Кроме того, желательно сразу указать машинное кодирование этих вариантов, например, «1 = песок», «2 = супесь», «3 = суглинок», «4 = глина».

2.4. Использование графиков и номограмм вместо формул и таблиц

Многие графики и номограммы возникли как результаты экспериментальных исследований. Например, в ОДН 218.046–01 Проектирование нежестких дорожных одежд [8] представлено 20 графиков и номограмм. Некоторые из этих номограмм весьма замысловаты, некоторые крайне просты и могут быть легко аппроксимированы кубическими и даже линейными функциями (рис. 6, примеры рисунков 5.1 и 5.2 из ОДН). В действительности, даже приведённый на рис. 6 пример рисунка 3.1 из ОДН может быть аппроксимирован всего одним достаточным простым семейством кубических функций.

А как реализовать в САПР применение графиков и номограмм? В самом простом случае можно предложить пользователю самостоятельно сделать выбор значения по номограмме и вручную ввести в программу. Но это будет уже не САПР. Именно поэтому создатели САПР вынуждены самостоятельно разрабатывать свои семейства функций, аппроксимирующих эти графики и номограммы.

Например, вышеупомянутый ОДН 218.046–01 реализован во всех основных программах расчётов дорожных одежд, используемых в России: IndorPavement («ИндорСофт», Томск), Топоматик Robur — Дорожная одежда («Топоматик», Санкт-Петербург) и CREDO РАДОН RU («Кредо-Диалог», Беларусь). Все эти программы имеют свои собственные семейства аппроксимирующих функций, поэтому нет ничего удивительного, что вычисления значений по номограммам дают слегка разные результаты (например, во второй или третьей значащей цифре). Как следствие, столь малое отклонение всего в одной цифре в последующих расчётах может привести к необходимости увеличения толщины отдельных слоёв дорожной одежды или даже добавления новых слоёв. Всего из-за одной цифры расчёт на сдвигустойчивость в одной программе может пройти успешно, но не пройти в другой, и наоборот. И это не теория. На это обращают внимание многие пользователи. Особенно неприятные ситуации могут возникать при государственной экспертизе проектных решений, если расчёт до-

Т а б л и ц а В.2 – Типы и подтипы глинистых грунтов

| Грунты | | Показатели | |
|----------|-------------------|--|--------------------------|
| Типы | Подтипы | Содержание песчаных частиц, % по массе | Число пластичности I_p |
| Супесь | Легкая крупная | Св. 50 | 1 - 7 |
| | Легкая | » 50 | 1 - 7 |
| | Пылеватая | 50 - 20 | 1 - 7 |
| | Тяжелая пылеватая | Менее 20 | 1 - 7 |
| Суглинок | Легкий | Св. 40 | 7 - 12 |
| | Легкий пылеватый | Менее 40 | 7 - 12 |
| | Тяжелый | Св. 40 | 12 - 17 |
| | Тяжелый пылеватый | Менее 40 | 12 - 17 |
| Глина | Песчанистая | Св. 40 | 17 - 27 |
| | Пылеватая | Менее 40 | 17 - 27 |
| | Жирная | Не нормируется | Св. 27 |

Примечания
 1 Для супесей легких крупных учитываются содержание песчаных частиц размером 2 - 0,25 мм, для остальных грунтов - 2 - 0,05 мм.
 2 При содержании в грунте 25% - 50 % (по массе) частиц крупнее 2 мм к названию глинистых грунтов добавляется слово «равелистый» (при окатанных частицах) или «щебенистый» (при неокатанных частицах).

Т а б л и ц а В.3 – Классификация грунтов по степени засоления

| Разновидность грунтов | Суммарное содержание легкорастворимых солей, % массы сухого грунта | |
|-----------------------|--|---|
| | Хлоридное, сульфатно-хлоридное засоление | Сульфатное, хлоридно-сульфатное засоление |
| Слабозасоленные | 0,5 - 2,0 0,3 - 1,0 | 0,5 - 1,0 0,3 - 5,0 |
| Среднезасоленные | 2,0 - 5,0 1,0 - 5,0 | 1,0 - 3,0 0,5 - 2,0 |
| Сильнозасоленные | 5,0 - 10,0 5,0 - 8,0 | 3,0 - 8,0 2,0 - 5,0 |
| Избыточно засоленные | Св. 10,0 Св. 8,0 | Св. 8,0 Св. 5,0 |

Примечание – В числителе даны значения для дорожно-климатической зоны V, в знаменателе – для остальных зон.

Т а б л и ц а В.4 – Классификация грунтов по степени набухания

| Разновидности грунтов (при влажности w_0) | Относительная деформация набухания, % толщины слоя увлажнения |
|--|---|
| Ненабухающие | Менее 2 |
| Слабонабухающие | От 2 до 4 |
| Средненабухающие | » 5 » 10 |
| Сильнонабухающие | Св. 10 |

Т а б л и ц а В.5 – Классификация грунтов по степени просадочности

| Разновидности грунтов | Коэффициент просадочности | Относительная деформация просадки, % толщины слоя промачивания |
|-----------------------|---------------------------|--|
| Непросадочные | Свыше 0,92 | Менее 2 |
| Слабопросадочные | От 0,85 до 0,91 | От 2 до 7 |
| Просадочные | От 0,80 до 0,84 | От 8 до 12 |
| Сильнопросадочные | Менее 0,79 | Свыше 12 |

Примечание – Классификация не распространяется на скальные водоустойчивые грунты и грунты с исключением водонерастворимых цементирующих веществ, просадочность которых оценивают по данным лабораторных испытаний.

Т а б л и ц а В.6 – Классификация грунтов по степени пучинистости при замерзании

| Группы грунтов | Степень пучинистости | Относительное морозное пучение образца, % |
|----------------|----------------------|---|
| I | Непучинистые | 1 и менее |
| II | Слабопучинистые | Св. 1 до 4 |
| III | Пучинистые | От 4 до 7 |
| IV | Сильнопучинистые | » 7 » 10 |
| V | Чрезмерно пучинистые | » 10 |

Примечания:
 1 Испытание на пучинистость при промерзании осуществляется в лаборатории по специальной методике с подтоком воды. Допускается группу по пучинистости определять по таблице 7 настоящего приложения.
 2 При оценке величины морозного пучения расчетом испытания грунтов на интенсивность морозного пучения ведут по специальной методике.
 3 В случаях, когда испытание на морозное пучение проводится, группу по пучинистости допускается устанавливать по таблице В.7 настоящего приложения, а среднюю относительную величину морозного пучения зоны промерзания – по таблице В.8.

Т а б л и ц а Б.17

| Разновидность грунтов | Число пластичности I_p , % | Содержание песчаных частиц (2-0,05 мм), % по массе |
|-----------------------|------------------------------|--|
| Супесь: | | |
| - песчанистая | $1 \leq I_p < 7$ | ≥ 50 |
| - пылеватая | $1 \leq I_p < 7$ | < 50 |
| Суглинок: | | |
| - легкий песчанистый | $7 \leq I_p < 12$ | ≥ 40 |
| - легкий пылеватый | $7 \leq I_p < 12$ | < 40 |
| - тяжелый песчанистый | $12 \leq I_p < 17$ | ≥ 40 |
| - тяжелый пылеватый | $12 \leq I_p < 17$ | < 40 |
| Глина: | | |
| - легкая песчанистая | $17 \leq I_p < 27$ | ≥ 40 |
| - легкая пылеватая | $17 \leq I_p < 27$ | < 40 |
| - тяжелая | $I_p \geq 27$ | Не регламентируется |

Т а б л и ц а Б.26

| Разновидность грунтов | Степень засоленности грунтов среднерастворимыми (гипс, ангидрит) солями D_{sal} , % | | |
|-----------------------|---|------------------------|------------------------|
| | Суглинок | Супесь | Песок |
| Незасоленный | $D_{sal} \leq 5$ | $D_{sal} \leq 5$ | $D_{sal} \leq 3$ |
| Слабозасоленный | $5 < D_{sal} \leq 10$ | $5 < D_{sal} \leq 10$ | $3 < D_{sal} \leq 7$ |
| Среднезасоленный | $10 < D_{sal} \leq 20$ | $10 < D_{sal} \leq 20$ | $7 < D_{sal} \leq 10$ |
| Сильнозасоленный | $20 < D_{sal} \leq 35$ | $20 < D_{sal} \leq 30$ | $10 < D_{sal} \leq 15$ |
| Избыточно засоленный | $D_{sal} > 35$ | $D_{sal} > 30$ | $D_{sal} > 15$ |

Т а б л и ц а Б.20

| Разновидность грунтов | Относительная деформация набухания без нагрузки ϵ_{sw} , д. е. |
|-----------------------|---|
| Ненабухающий | $\epsilon_{sw} < 0,04$ |
| Слабонабухающий | $0,04 \leq \epsilon_{sw} \leq 0,08$ |
| Средненабухающий | $0,08 < \epsilon_{sw} \leq 0,12$ |
| Сильнонабухающий | $\epsilon_{sw} > 0,12$ |

Т а б л и ц а Б.21

| Разновидность грунтов | Относительная деформация просадочности ϵ_{sd} , д. е. |
|-------------------------|--|
| Непросадочный | $\epsilon_{sd} < 0,01$ |
| Слабопросадочный | $0,01 \leq \epsilon_{sd} \leq 0,03$ |
| Среднепросадочный | $0,03 < \epsilon_{sd} \leq 0,07$ |
| Сильнопросадочный | $0,07 < \epsilon_{sd} \leq 0,12$ |
| Чрезвычайно просадочный | $\epsilon_{sd} > 0,12$ |

Т а б л и ц а Б.27*

| Разновидность грунтов | Степень пучинистости ϵ_{fn} , % |
|-----------------------|--|
| Непучинистый | $\epsilon_{fn} < 1,0$ |
| Слабопучинистый | $1,0 \leq \epsilon_{fn} \leq 3,5$ |
| Среднепучинистый | $3,5 < \epsilon_{fn} \leq 7,0$ |
| Сильнопучинистый | $7,0 < \epsilon_{fn} \leq 10,0$ |
| Чрезмернопучинистый | $\epsilon_{fn} > 10,0$ |

* Применяется также и для класса мерзлых грунтов.

Рис. 5. Различия классификаций грунтов в СП 34.13330.2012 (слева) и ГОСТ 25100-95 (справа)

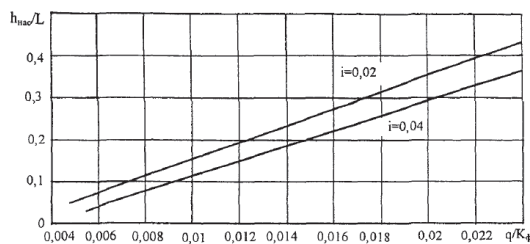


Рис. 5.1. Номограмма для расчета толщины $h_{нас}$ дренажного слоя из песков мелких и средней крупности, а также крупнозернистых с коэффициентом фильтрации менее 10 м/сут. При односкатном поперечном профиле $q' = q_p B$ [м³/м]; при двухскатном поперечном профиле $q' = 0,5 q_p B$ [м³/м]; B — ширина проезжей части, м; L — длина пути фильтрации, равный B при односкатном профиле и $0,5B$ при двухскатном

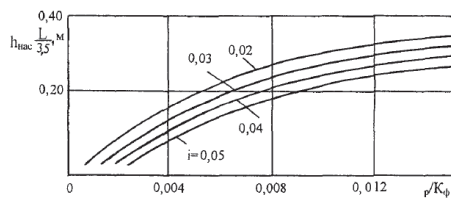


Рис. 5.2. Номограмма для расчета дренажного слоя из крупных песков с коэффициентом фильтрации более 10 м/сут
 L — длина пути фильтрации в м, равная B при односкатном профиле и $0,5B$ при двухскатном; i — поперечный уклон низа дренажного слоя;
 $K_ф$ — коэффициент фильтрации, м/сут

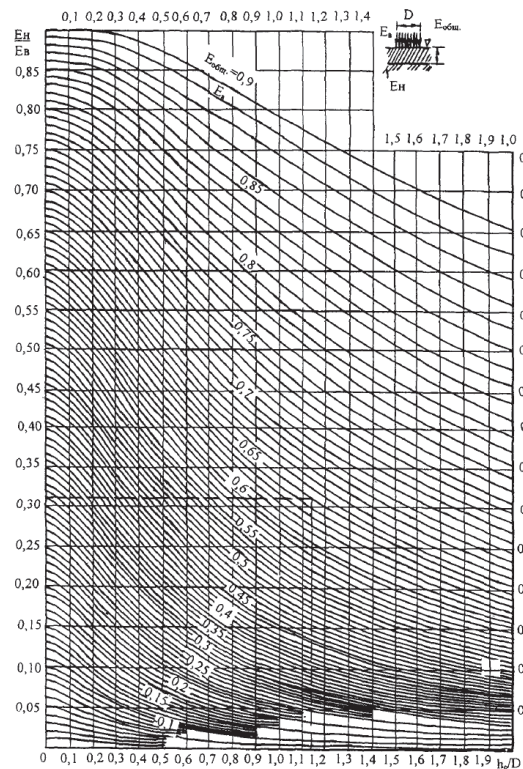


Рис. 3.1. Номограмма для определения общего модуля упругости двухслойной системы $E_{общ}$

Рис. 6. Примеры номограмм и графиков из ОДН 218.046-01

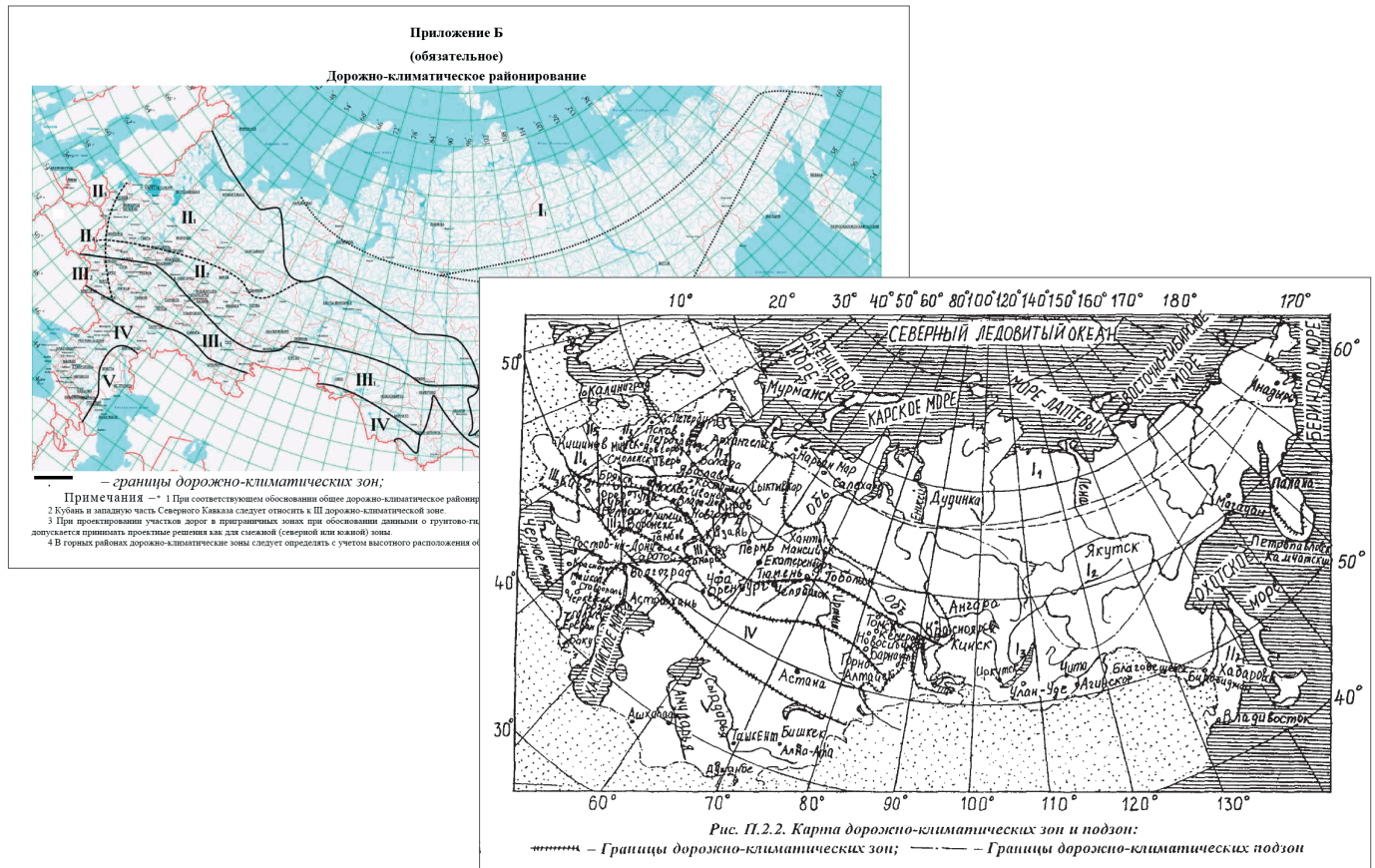


Рис. 7. Пример карты дорожно-климатических зон и подзон из СП 34.13330.2012 (сверху) и ОДН 218.046-01 (снизу)

Приложение Г
(обязательное)

Надписи на знаках индивидуального проектирования

Таблица Г.1 - Русский алфавит

| Размеры в миллиметрах | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|----------|----------|----------------|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|--|
| Прописная буква | Ширина литерных площадок при высоте прописной буквы h_x | | | | | | | | | | Строчная буква | Ширина литерных площадок при высоте прописной буквы h_x | | | | | | | | | |
| | 75 | 100 | 150 | 200 | 300 | 400 | 500 | | | | | | 75 | 100 | 150 | 200 | 300 | 400 | 500 | | |
| А | 84 | 113 | 169 | 226 | 339 | 452 | 565 | | | а | 64 | 86 | 129 | 172 | 258 | 344 | 430 | | | | |
| Б | 76 | 102 | 153 | 204 | 306 | 408 | 510 | | | б | 68 | 91 | 136 | 182 | 273 | 363 | 455 | | | | |
| В | 67 | 99 | 135 | 180 | 270 | 380 | 450 | | | в | 65 | 87 | 130 | 174 | 261 | 358 | 435 | | | | |
| Г | 82 | 110 | 165 | 220 | 330 | 440 | 550 | | | г | 56 | 75 | 112 | 150 | 225 | 300 | 375 | | | | |
| Д | 82 | 110 | 165 | 220 | 330 | 440 | 550 | | | д | 68 | 92 | 138 | 184 | 276 | 368 | 460 | | | | |
| Е | 72 | 96 | 144 | 192 | 288 | 384 | 480 | | | е | 67 | 90 | 135 | 180 | 270 | 360 | 450 | | | | |
| Ж | 121 | 162 | 243 | 324 | 486 | 648 | 810 | | | ж | 95 | 127 | 190 | 254 | 381 | 508 | 635 | | | | |
| З | 73 | 98 | 147 | 196 | 294 | 392 | 490 | | | з | 63 | 85 | 127 | 170 | 255 | 340 | 425 | | | | |
| И | 108 | 162 | 216 | 324 | 432 | 540 | | | и | 68 | 92 | 138 | 184 | 276 | 368 | 460 | | | | | |
| К | 109 | 163 | 218 | 327 | 436 | 545 | | | к | 67 | 90 | 135 | 180 | 270 | 360 | 450 | | | | | |
| Л | 82 | 110 | 165 | 220 | 330 | 440 | 550 | | | л | 67 | 90 | 135 | 180 | 270 | 360 | 450 | | | | |
| М | 96 | 129 | 193 | 258 | 387 | 516 | 645 | | | м | 78 | 105 | 157 | 210 | 315 | 420 | 525 | | | | |
| Н | 80 | 107 | 160 | 214 | 321 | 428 | 535 | | | н | | | | | | | | | | | |
| О | 81 | 109 | 163 | 218 | 327 | 436 | 545 | | | о | 67 | 90 | 135 | 180 | 270 | 360 | 450 | | | | |
| П | 79 | 106 | 159 | 212 | 318 | 424 | 530 | | | п | | | | | | | | | | | |
| Р | 75 | 100 | 150 | 200 | 300 | 400 | 500 | | | р | 70 | 94 | 141 | 188 | 282 | 376 | 470 | | | | |
| С | 77 | 103 | 154 | 206 | 309 | 412 | 515 | | | с | 66 | 88 | 132 | 176 | 264 | 352 | 440 | | | | |
| Т | 74 | 99 | 148 | 198 | 297 | 396 | 495 | | | т | 58 | 78 | 117 | 156 | 234 | 312 | 390 | | | | |
| У | 75 | 101 | 151 | 202 | 303 | 404 | 505 | | | у | 63 | 84 | 126 | 168 | 252 | 336 | 420 | | | | |
| Ф | 94 | 126 | 189 | 252 | 378 | 504 | 630 | | | ф | 81 | 122 | 183 | 244 | 366 | 488 | 610 | | | | |
| Х | 76 | 102 | 153 | 204 | 306 | 408 | 510 | | | х | 63 | 84 | 126 | 168 | 252 | 336 | 420 | | | | |
| Ц | 82 | 110 | 165 | 220 | 330 | 440 | 550 | | | ц | 69 | 93 | 139 | 186 | 279 | 372 | 465 | | | | |
| Ч | 76 | 102 | 153 | 204 | 306 | 408 | 510 | | | ч | 64 | 86 | 129 | 172 | 258 | 344 | 430 | | | | |
| Ш | 108 | 144 | 216 | 288 | 432 | 576 | 720 | | | ш | 91 | 122 | 183 | 244 | 366 | 488 | 610 | | | | |
| Щ | 111 | 148 | 222 | 296 | 444 | 592 | 740 | | | щ | 93 | 124 | 186 | 248 | 372 | 496 | 620 | | | | |
| Ъ | 82 | 110 | 165 | 220 | 330 | 440 | 550 | | | ъ | 68 | 91 | 136 | 182 | 273 | 364 | 455 | | | | |
| Ы | 98 | 131 | 196 | 262 | 393 | 524 | 655 | | | ы | 57 | 115 | 172 | 230 | 345 | 460 | 575 | | | | |
| Ь | 73 | 96 | 147 | 196 | 294 | 392 | 490 | | | ь | 63 | 85 | 127 | 170 | 255 | 340 | 425 | | | | |
| Э | 77 | 103 | 154 | 206 | 309 | 412 | 515 | | | э | 61 | 82 | 123 | 164 | 246 | 328 | 410 | | | | |
| Ю | 108 | 145 | 217 | 290 | 435 | 580 | 725 | | | ю | 80 | 120 | 180 | 240 | 360 | 480 | 600 | | | | |
| Я | 81 | 108 | 162 | 216 | 324 | 432 | 540 | | | я | 65 | 87 | 130 | 174 | 261 | 358 | 435 | | | | |

Таблица Г.2 - Латинский алфавит

| Размеры в миллиметрах | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------------------|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|--|--|--|--|--|
| Прописная буква | Ширина литерных площадок при высоте прописной буквы h_x | | | | | | | Строчная буква | Ширина литерных площадок при высоте прописной буквы h_x | | | | | | | | | | | | |
| | 75 | 100 | 150 | 200 | 300 | 400 | 500 | | 75 | 100 | 150 | 200 | 300 | 400 | 500 | | | | | | |
| A | 84 | 113 | 169 | 226 | 339 | 452 | 565 | a | 64 | 86 | 129 | 172 | 258 | 344 | 430 | | | | | | |
| B | 76 | 102 | 153 | 204 | 306 | 408 | 510 | b | 68 | 91 | 136 | 182 | 273 | 363 | 455 | | | | | | |
| C | 67 | 99 | 135 | 180 | 270 | 380 | 450 | c | 65 | 87 | 130 | 174 | 261 | 358 | 435 | | | | | | |
| D | 82 | 110 | 165 | 220 | 330 | 440 | 550 | d | 56 | 75 | 112 | 150 | 225 | 300 | 375 | | | | | | |
| E | 72 | 96 | 144 | 192 | 288 | 384 | 480 | e | 68 | 92 | 138 | 184 | 276 | 368 | 460 | | | | | | |
| F | 121 | 162 | 243 | 324 | 486 | 648 | 810 | f | 67 | 90 | 135 | 180 | 270 | 360 | 450 | | | | | | |
| G | 73 | 98 | 147 | 196 | 294 | 392 | 490 | g | 95 | 127 | 190 | 254 | 381 | 508 | 635 | | | | | | |
| H | 73 | 98 | 147 | 196 | 294 | 392 | 490 | h | 63 | 85 | 127 | 170 | 255 | 340 | 425 | | | | | | |
| I | 108 | 162 | 243 | 324 | 486 | 648 | 810 | i | 68 | 92 | 138 | 184 | 276 | 368 | 460 | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----------|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| J | 81 | 108 | 162 | 216 | 324 | 432 | 540 | j | 68 | 92 | 138 | 184 | 276 | 368 | 460 |
| K | 109 | 163 | 218 | 327 | 436 | 545 | | k | 67 | 90 | 135 | 180 | 270 | 360 | 450 |
| L | 82 | 110 | 165 | 220 | 330 | 440 | 550 | l | 78 | 105 | 157 | 210 | 315 | 420 | 525 |
| M | 96 | 129 | 193 | 258 | 387 | 516 | 645 | m | 67 | 90 | 135 | 180 | 270 | 360 | 450 |
| N | 80 | 107 | 160 | 214 | 321 | 428 | 535 | n | | | | | | | |
| O | 81 | 109 | 163 | 218 | 327 | 436 | 545 | o | | | | | | | |
| P | 79 | 106 | 159 | 212 | 318 | 424 | 530 | p | | | | | | | |
| R | 75 | 100 | 150 | 200 | 300 | 400 | 500 | r | | | | | | | |
| S | 77 | 103 | 154 | 206 | 309 | 412 | 515 | s | | | | | | | |
| T | 74 | 99 | 148 | 198 | 297 | 396 | 495 | t | | | | | | | |
| U | 75 | 101 | 151 | 202 | 303 | 404 | 505 | u | | | | | | | |
| V | 94 | 126 | 189 | 252 | 378 | 504 | 630 | v | | | | | | | |
| W | 76 | 102 | 153 | 204 | 306 | 408 | 510 | w | | | | | | | |
| X | 82 | 110 | 165 | 220 | 330 | 440 | 550 | x | | | | | | | |
| Y | 76 | 102 | 153 | 204 | 306 | 408 | 510 | y | | | | | | | |
| Z | 108 | 144 | 216 | 288 | 432 | 576 | 720 | z | | | | | | | |

Таблица Г.3 - Цифры и знаки препинания

| Размеры в миллиметрах | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------------|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|--|--|--|--|
| Цифра | Ширина литерных площадок при высоте прописной буквы h_x | | | | | | | Знак | Ширина литерных площадок при высоте прописной буквы h_x | | | | | | | | | | | |
| | 75 | 100 | 150 | 200 | 300 | 400 | 500 | | 75 | 100 | 150 | 200 | 300 | 400 | 500 | | | | | |
| 1 | 44 | 58 | 87 | 116 | 174 | 232 | 290 | ! | 35 | 47 | 70 | 94 | 161 | 188 | 235 | | | | | |
| 2 | 67 | 89 | 133 | 178 | 167 | 356 | 445 | № | 110 | 147 | 220 | 294 | 441 | 588 | 735 | | | | | |
| 3 | 66 | 88 | 132 | 176 | 264 | 352 | 440 | (| 49 | 65 | 97 | 130 | 195 | 260 | 325 | | | | | |
| 4 | 68 | 91 | 136 | 182 | 273 | 364 | 455 |) | | | | | | | | | | | | |
| 5 | 67 | 89 | 133 | 178 | 267 | 356 | 445 | « | | | | | | | | | | | | |
| 6 | 68 | 91 | 136 | 182 | 273 | 364 | 455 | » | 55 | 73 | 109 | 146 | 219 | 292 | 365 | | | | | |
| 7 | 63 | 84 | 126 | 168 | 252 | 336 | 420 | • | 32 | 43 | 64 | 86 | 129 | 172 | 215 | | | | | |
| 8 | 68 | 91 | 136 | 182 | 273 | 364 | 455 | — | | | | | | | | | | | | |
| 9 | 67 | 90 | 135 | 180 | 270 | 360 | 450 | — (тире) | 68 | 91 | 136 | 182 | 273 | 364 | 455 | | | | | |
| 0 | 70 | 93 | 139 | 186 | 279 | 372 | 465 | — (дефис) | 45 | 61 | 91 | 122 | 183 | 244 | 305 | | | | | |
| ? | 65 | 83 | 124 | 166 | 249 | 332 | 415 | (апостроф) | 36 | 48 | 72 | 96 | 144 | 192 | 240 | | | | | |

Таблица Г.4 - Сокращения слов на русском и английском языках

| Слова | | Сокращение слов | |
|------------------|---------------------|------------------|---------------------|
| на русском языке | на английском языке | на русском языке | на английском языке |
| Аэропорт | airport | аэроп. | Не сокращается |
| Бульвар | boulevard | бул. | Bivd. |
| Вокзал | - | вокз. | - |
| Водохранилище | - | водхр. | - |
| Главный | main | гл. | M. |
| Гора | mount | г. | Ms. |

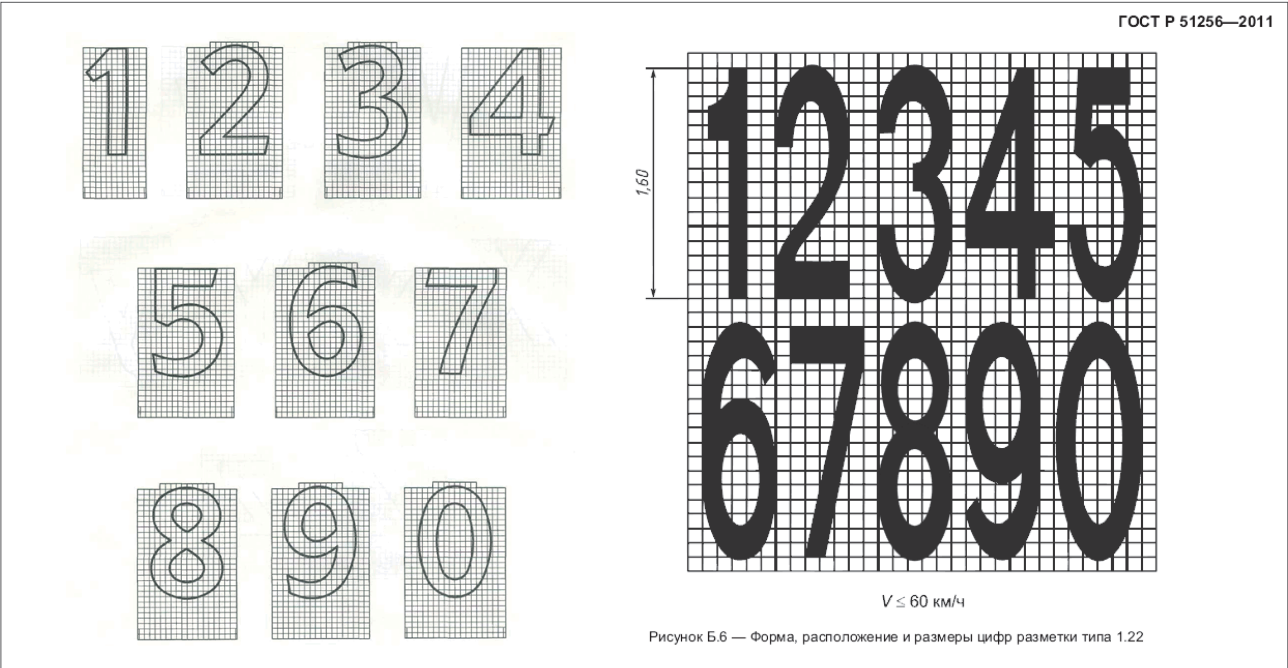


Рис. 9. Пример цифр, исполненных разными шрифтами в ГОСТ 52290–2004 (слева) и ГОСТ Р 51256–2011 (справа)

маленькие латинские буквы l (эль) и m (эм) иметь одинаковую ширину).

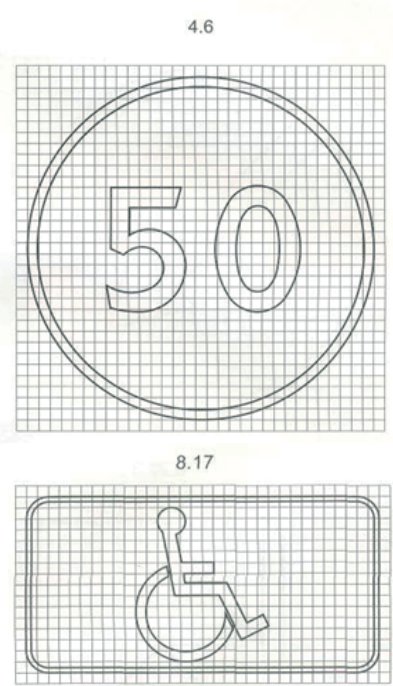
А теперь возьмём ГОСТ Р 51256–2011 на разметку. В нём также определён некоторый шрифт для изображения надписей на дороге. Из условий видимости дороги эти надписи по идее должны состоять из таких же букв, только растянутых по вертикали

в 2–5 раз. Возникает предложение: почему бы не использовать тот же шрифт, что и в дорожных знаках, только растянутый по вертикали с необходимым коэффициентом? Тем не менее в ГОСТе на разметку почему-то использован иной шрифт (рис. 9).

Аналогичная ситуация в упомянутых ГОСТах наблюдается и по части

пиктограмм. Например, легковые машинки в разных знаках имеют отличия, незначительные, но всё же имеют. Где-то фары есть, где-то нет. Где-то колёса побольше, где-то поменьше. Где-то пропорции иные.

Дорожная разметка 1.24.1–1.24.4 предназначена для дублирования дорожных знаков. Однако даже при-



ГОСТ Р 51256—2011

Окончание таблицы А. 1

| Номер | Форма, размеры, м | Цвет*, назначение |
|--------|-------------------|--|
| 1.24.2 | | Дублирование запрещающих дорожных знаков |
| 1.24.3 | | Дублирование дорожного знака «Инвалиды» |

Рис. 10. Пример разных шрифтов и пиктограмм, исполненных по-разному в ГОСТ 52290–2004 (слева) и ГОСТ Р 51256–2011 (справа)

ведённые примеры в ГОСТ Р 51256–2011 имеют иные пиктограммы, нежели в дублируемых дорожных знаках, определённых в ГОСТ 52290–2004 (рис. 10).

ВЫВОД: В нормативно-технической базе необходимо уходить от **нарисованных от руки рисунков**. Все шрифты, пиктограммы, рисунки необходимо перевести в векторные форматы и оформить в виде электронного приложения к стандарту. Существующие рисунки необходимо заменить новыми и придать им статус **иллюстративного материала**.

Пример достаточно успешного применения такого подхода в нашей стране уже применён при разработке стандарта на туристские знаки, который подготовлен в 2013 г. Министерством культуры Российской Федерации в виде «Методического пособия по созданию системы дорожных указателей к объектам культурного наследия и иных носителей информации». Данный документ содержит электронное приложение, доступное на сайте Министерства культуры, которое содержит электронный архив с образцами пиктограмм туристских знаков в форматах JPEG и Adobe Illustrator.

За рубежом такой подход также давно успешно себя зарекомендовал. В сфере дорожных знаков используются различные стандартные шрифты, доступные в электронном виде, например, в Германии — DIN 1451, в Австрии — TERN, в Великобритании — Transport и Motorway, в США, Испании и Нидерландах — FHWA, во Франции — Caractères.

3. План совершенствования нормативной базы в плане автоматизации

В предыдущем разделе были описаны только несколько лежащих на поверхности проблем, имеющих в нашей нормативной базе и мешающих полноценной автоматизации действий инженера. А ведь имеются и гораздо более глубокие расхождения, в т.ч. методологически противоречивые подходы, заложенные в разных руководящих документах. Такие вопросы нельзя решить единовременно, но необходимо это осознать и планомерно двигаться в правильном направлении.

Для этого предлагается следующий стратегический план действий:

ПЛАН ОБНОВЛЕНИЯ ДОРОЖНЫХ СТАНДАРТОВ РФ В ЧАСТИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ:

Этап 1. Заложить в стандарты возможность **автоматизации**:

- 1.1. Привести классификации объектов и характеристик в машинно-читаемый вид. Ввести идентификаторы объектов и значений характеристик.
- 1.2. Устранить противоречия между смежными (или одними и теми же) классификациями в различных стандартах.
- 1.3. Привести существующие стандарты в вид, не допускающий неоднозначную машинную интерпретацию (устранить графики, номограммы в пользу формул и электронных приложений).
- 1.4. Разработать правила соответствия иным (зарубежным) стандартам.
- 1.5. Разработать модели дорожных данных и форматы обмена данными.
- 1.6. Внедрить практику создания электронных приложений к стандартам.
- 1.7. Создать нормативно-справочный элемент инфраструктуры дорожных данных РФ, включающий в себя в электронном виде классификаторы объектов и характеристик, различные справочники, электронные приложения к стандартам.

Этап 2. Заложить в стандарты возможность **автоматического принятия решений** и **информационного моделирования**:

- 2.1. Согласовать стандарты, оперирующие одними объектами, но на разных этапах жизненного цикла (разработать единые классификаторы или выработать правила соответствия; разработать единые или непротиворечивые модели данных).
- 2.2. Принять единую систему координат (пространственную и линейную). Определить правила пересчёта координат в течение жизненного цикла (например, при переносе километровых столбов).
- 2.3. Создать инфраструктуру дорожных данных, объединяющую всю совокупность сведений об автомобильных дорогах (актуальные сведения, архивные, проектные решения).
- 2.4. Формализовать процесс проектирования и управления дорогой с целью автоматического принятия технических решений (как следствие, существующие стандарты получают разделы, которые необходимы только разработчикам автоматизированных систем, а не инженерам).
- 2.5. Изменить существующие отраслевые бизнес-процессы с целью 1) поддержания в актуальном состоянии всей полноты сведений о дороге и 2) повышения объективности принятия решений за счёт применения информационных технологий.

Единовременно такую работу провести просто нереально, но представляется целесообразным включать в технические задания на разработку новых и обновление существующих нормативно-технических документов необходимые требования по возможности автоматизации закладываемых в стандарты требований.

Вероятно, в рамках Технического комитета по стандартизации №418 «Дорожное хозяйство» в Росстандарте имеет смысл создать новый подкомитет (условно №6) по автоматизации в дорожном хозяйстве. Отметим, что таких подкомитетов пока нет в смежных отечественных отраслях. Исключением являются только ТК 045 «Железнодорожный транспорт», где есть подкомитеты ПК 12 «Железнодорожная автоматика и телемеханика», и ПК 13 «Системы информатизации и связи». Эти подкомитеты можно условно назвать аналогами Технического комитета по стандартизации №057 «Интеллектуальные транспортные системы». Однако ТК 057 работает в основном в сфере регулирования дорожного движения, а для ТК 418 нужны собственные разработки в сфере автоматизации процессов проектирования, строительства и эксплуатации автомобильных дорог.

В противоположность отечественной структуре технических комитетов Росстандарта в международной практике информатизация почти всегда представлена отдельным важным направлением. Например, вынесенный в заголовок данной статьи BIM находится в сфере интересов сразу двух технических комитетов ISO:

1. ISO/TC 184 — Automation systems and integration (Системы промышленной автоматизации и интеграции), подкомитет SC 4 — Industrial data (Промышленные данные).

2. Технический комитет ISO/TC 59 — Buildings and civil engineering works (Строительство зданий), подкомитет SC 13 — Organization of information about construction works (Организация информации о строительных работах).

В заключение отметим, что Росавтодором в последнее время уже предприняты некоторые шаги по выстраиванию нормативной базы по информатизации дорожного хозяйства. Так, в 2013–2014 гг. компанией «ИндорСофт» по заказу Федерального дорожного агентства была выполнена разработка проектов двух ГОСТов и одного ОДМ:

1. Проект ГОСТ Р «Геоинформационные системы автомобильных дорог. Общие технические требования» [11].

2. Проект ГОСТ Р «Геоинформационные системы автомобильных дорог. Базовая модель данных» [12].

3. Проект ОДМ «Геоинформационные системы автомобильных дорог. Порядок сбора, хранения и обновления данных» [13].

Скорейшее принятие этих стандартов позволит легитимизировать процессы создания и под-

держания не только ГИС автомобильных дорог, но и гораздо более широкого круга, в том числе BIM-систем, т.к. именно ГИС являются связующим звеном для управления данными в течение всего жизненного цикла автомобильных дорог [14,15]. ■

Литература:

1. Перес К. Технологические революции и финансовый капитал. Динамика пузырей и периодов процветания. М.: Дело. 2011.
2. National Building Information Modelling Standard. National Institute of Building Sciences, buildingSMARTalliance. 2007. 182 p.
3. Сковцов А.В. BIM автомобильных дорог: оценка зрелости технологии // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2014. №2(3). С. 12–21.
4. Bew M., Underwood J., Wix J., & Storer G. Going BIM in a Commercial World // eWork and eBusiness in Architecture, Engineering and Construction: European Conferences on Product and Process Modeling (ECCPM 2008). Sophia Antipolis. France. P. 139–150.
5. СП 34.13330.2012 Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 2.05.02–85*.
6. ГОСТ Р 52399–2005 Геометрические элементы автомобильных дорог.
7. ГОСТ 25100–95. Грунты. Классификация.
8. ОДН 218.046–01. Проектирование нежестких дорожных одежд.
9. ГОСТ 52290–2004. Технические средства организации дорожного движения. Знаки дорожные. Общие технические требования.
10. ГОСТ Р 51256–2011. Технические средства организации дорожного движения. Разметка дорожная. Классификация. Технические требования.
11. Сковцов А.В. Адресный план автомобильной дороги // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2013. №1(1). С. 47–54.
12. Сковцов А.В., Сарычев Д.С. Базовая модель дорожных данных в проекте ГОСТ // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2014. №2(3). С. 98–102.
13. Сарычев Д.С. Проект дорожной методики по сбору, хранению и обновлению данных ГИС// САПР и ГИС автомобильных дорог. 2014. №2(3). С. 103–109.
14. Бойков В.Н. IT-технологии в поддержке жизненного цикла дорог // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2014. №1(2). С. 1–7.
15. Сковцов А.В. BIM для дорожной отрасли: что-то новое или мы этим уже занимаемся? // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2014. №1(2). С. 8–11.