

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СТРОИТЕЛЬСТВО ДОРОГ

УДК 625.7/.8:551.582(571.1)

### НАЗНАЧЕНИЕ РАСЧЁТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ГРУНТОВ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА ДЛЯ РАСЧЁТА ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД

**Ефименко Владимир Николаевич**

доктор техн. наук, профессор, e-mail: svefimenko\_80@mail.ru

**Ефименко Сергей Владимирович**

канд. техн. наук, доцент, e-mail: svefimenko\_80@mail.ru

**Сухоруков Алексей Владимирович**

аспирант, e-mail: homesuhov@mail.ru\_80@mail.ru

Томский государственный архитектурно-строительный университет, 634003, Россия, г. Томск, пл. Соляная, 2

#### *Аннотация*

*В статье раскрыта технология назначения расчётных значений характеристик влажности, прочности и деформируемости глинистых грунтов земляного полотна автомобильных дорог.*

*Показаны основные признаки географического комплекса, определяющие изменчивость характеристик водно-теплового режима земляного полотна автомобильных дорог.*

*Приведены рекомендации по назначению величин расчётных характеристик наиболее распространённых на территории исследования глинистых грунтов земляного полотна.*

**Ключевые слова:** дорожная одежда, проектирование, земляное полотно, глинистые грунты, расчётные характеристики.

#### **Введение**

Недостаточный учёт нормами проектирования автомобильных дорог особенностей природно-климатических условий Западно-Сибирского и других регионов России, обуславливает снижение их эксплуатационной надёжности (по критерию работоспособность), а также провоцирует необходимость значительных затрат на приведение земляного полотна и дорожных одежд в требуемое по условиям движения состояние.

Это вызвано, прежде всего, тем, что нормы проектирования автомобильных дорог на территории России дифференцированы дорожно-климатическим районированием, нашедшим отражение в действующих нормах [1, 2, 3]. По мнению специалистов предложенные нормами варианты территориального распространения зон на территории Российской Федерации нельзя признать полностью удовлетворяющими требованиям, обеспечивающим качество проектирования и строительства автомобильных дорог. Каждая дорожно-климатическая зона, например II, имеет огромную протяжённость с запада на восток и является единым географическим целым, но объединяет районы европейской и азиатской частей России, характеризующиеся особенностями климата и природы, имеющими существенные различия по индивидуальным показателям.

Следует отметить, что при формировании

действующих норм проектирования автомобильных дорог, в основном учтены результаты исследований отечественных учёных с мировым признанием на сети автомобильных дорог европейской части России. Полученные ими сведения, начиная с тридцатых годов прошлого столетия, были обобщены и документально оформлены в виде требования и рекомендаций, распространяющихся и на другие территории, включая Западную Сибирь. К сожалению, проверить справедливость норм проектирования в природно-климатических условиях отличных от европейских не всегда представлялось возможным. Поэтому, не случайно, например, при проектировании дорожных одежд во вновь осваиваемых районах со слабо развитой инфраструктурой, ОДН 218.046-01 предлагает учитывать сведения регионального научно-практического опыта (см. п.п. 1.7, 2.37, 3.28).

#### **Формирование информационной базы**

Для обеспечения возможности получения достоверных значений расчётных характеристик влажности, прочности и деформируемости глинистых грунтов земляного полотна автомобильных дорог необходимо выполнить формирование информационной базы, которая будет включать в себя перечень актуальных сведений, систематизированных в группы, по выделенным для исследования территориям.

Таблица 1. Формирование информационной базы для обоснования значений расчётных характеристик глинистых грунтов

Решаемая задача	Необходимые сведения	Источники информации
Определение продолжительности периодов осеннего влагонакопления и промерзания	Средние многолетние значения относительной влажности воздуха, температуры воздуха, облачности, скорости ветра, количества осадков, высоты снежного покрова, температуры грунта поля, влажности грунта; эффективного излучения и суммарной радиации при безоблачном небе	Сведения метеостанций или справочники по климату
Решаемая задача	Необходимые сведения	Источники информации
Определение продолжительности периодов осеннего влагонакопления и промерзания	Коэффициенты теплопроводности: снега, грунта поля, материалов слоёв дорожной одежды; коэффициент, зависящий от географической широты опорного пункта, коэффициент, показывающий, какая доля солнечной радиации, поступающей на верхнюю границу облаков, доходит до земной поверхности при наличии полной облачности; альbedo деятельной поверхности	Справочная литература или результаты экспериментальных исследований
Установление средней осенней влажности грунта земляного полотна	Характер увлажнения земляного полотна, глубина расположения уровня грунтовых вод осенью, возвышение бровки земляного полотна над уровнем грунтовых вод	Результаты полевых исследований или проектная документация
	Коэффициент влагопроводности грунта земляного полотна	Результаты полевых и лабораторных исследований
Расчёт промерзания многослойных дорожных конструкций и установление характеристики скорости промерзания грунта земляного полотна	Объёмная теплоёмкость, коэффициенты теплопроводности, скрытая теплота льдообразования и толщина конструктивных слоёв дорожной одежды	Справочная литература или устанавливается экспериментально
	Средняя многолетняя минимальная температура воздуха	Сведения метеостанций или справочники по климату
Назначение расчётной весенней влажности грунта земляного полотна	Уровень грунтовых вод в весенний период	Результаты полевых исследований или проектная документация
Определение и нормирование расчётных характеристик прочности и деформируемости грунта земляного полотна	Определение и нормирование расчётных значений влажности, модуля упругости, угла внутреннего трения и удельного сцепления грунтов рабочего слоя земляного полотна автомобильных дорог для выделенных на территории исследования дорожных районов	Результаты полевых и лабораторных исследований

Источники информации, при создании такой базы, определены в зависимости от решаемой задачи, а для удобства пользования банком данных, необходимая информация для выполнения расчётов, представлена в табличном виде.

В табл. 1 приведён перечень решаемых задач и источники необходимые для их решения.

**Технология назначения характеристик влажности, прочности и деформируемости глинистых грунтов земляного полотна автомобильных дорог**

Рациональный учёт территориальных природно-климатических условий, дифференцированных

по дорожно-климатическим зонам [4], может быть основан на применении таксономической системы: дорожные зона – подзона – район.

В этой системе таксон «дорожный район» соответствует генетически однородной территории, характеризующейся типичными, только ей свойственными (климатом, геологией, рельефом местности и другими условиями). На территории дорожного района однотипные дорожные конструкции, характеризуются, примерно, одинаковой прочностью и устойчивостью [5 6]. Комплекс расчётных значений влажности, прочности и деформируемости глинистых грунтов рабочего слоя земляного полотна для проектирования нежестких

дорожных одежд, назначают для выделенных опорных пунктов на территории «районов».

Натурные измерения влажности грунтов земляного полотна, при обосновании её расчётных значений, могут быть выполнены как на действующей сети автомобильных дорог, путём оборудования стационарных постов наблюдения, так и на специализированных полигонах. Большим опытом в этом вопросе обладают США [7], где с 1950-60г.

были начаты многолетние крупномасштабные исследования на опытных участках в разных регионах с различными природно-климатическими условиями. Но, учитывая, что на территории, например, Российской Федерации сеть автомобильных дорог развита крайне неравномерно, выполнение натурных измерений за влажностью грунтов земляного полотна, в отдельных регионах, невозможны из-за отсутствия сети дорог. Поэто-

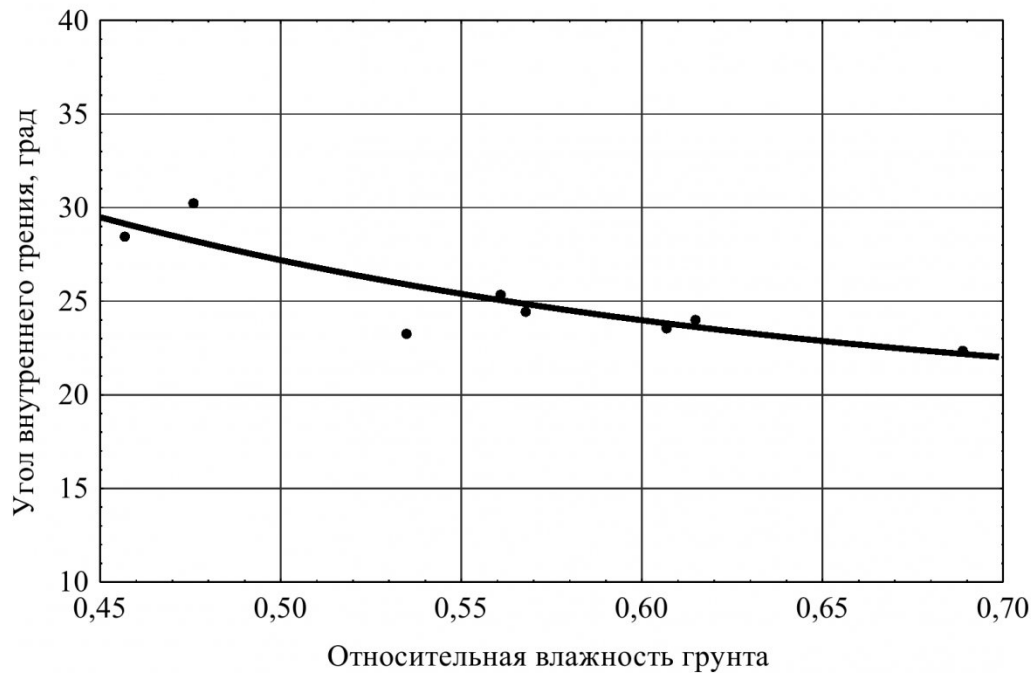


Рис 1. График зависимости угла внутреннего трения супесчаного грунта рабочего слоя земляного полотна от его относительной влажности

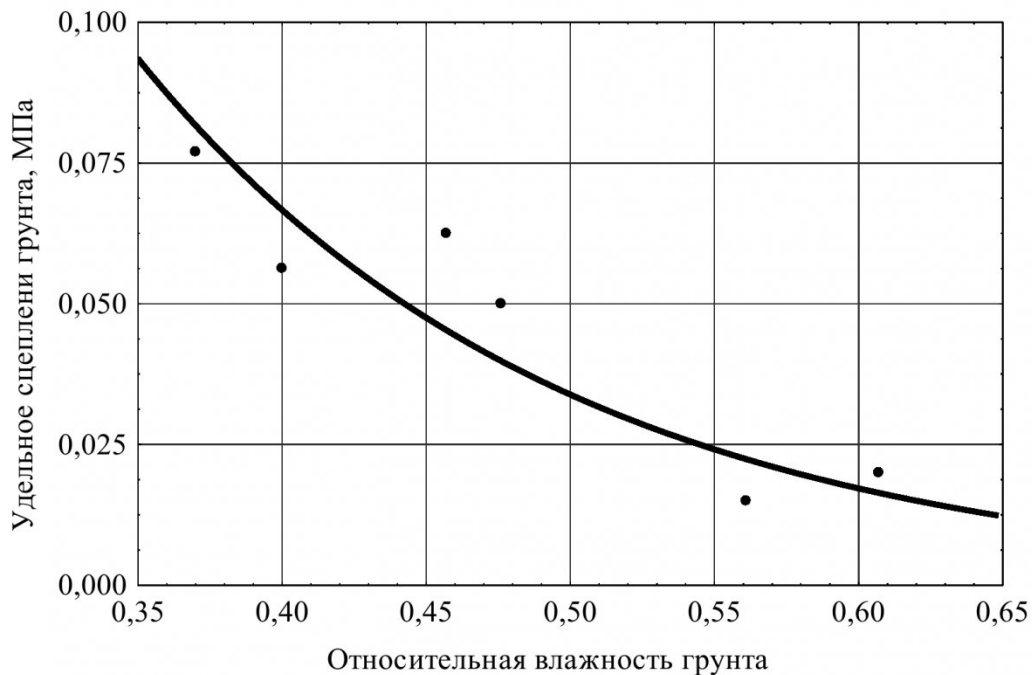


Рис.2. График зависимости удельного сцепления в супесчаном грунте земляного полотна от его относительной влажности

му, на вновь осваиваемых территориях, назначение расчётной влажности грунтов земляного полотна осуществляют с использованием методов математического моделирования [6]. невозможны из-за отсутствия сети дорог. Поэтому, на вновь осваиваемых территориях, назначение расчётной влажности грунтов земляного полотна осуществляют с использованием методов математического моделирования [6].

Для районов, характеризующихся глубоким сезонным промерзанием и избыточным увлажнением грунтов, оптимален метод проф. И.А. Золотаря [8], о чём свидетельствуют результаты исследований в Западной Сибири [9]. Технология назначения расчётных характеристик грунта земляного полотна автомобильных дорог, согласно методике [8], включает шесть последовательно выполняемых этапов.

На первом этапе определяют продолжительность периодов осеннего влагонакопления ( $\tau_{вл}$ ) и промерзания ( $\tau_{пр}$ ). Продолжительность периода  $\tau_{вл}$  устанавливают по времени выпадения значительного количества осадков в период слабой их испаряемости и высокого уровня стояния грунтовых вод [10]. Длительность периода  $\tau_{пр}$  определяют по срокам между началом промерзания грунта в пограничной зоне земляного полотна – нежесткая дорожная одежда, в начале зимы, и установления даты со среднесуточной температурой воздуха  $0^\circ\text{C}$  в конце зимы [11]. Второй этап заключается в установлении средней осенней влажности грунта земляного полотна  $W_{ос.ср.}$  к концу периода осеннего влагонакопления [12]. Следует отметить, что при установлении  $W_{ос.ср.}$  учитывается не только продолжительность увлажнения  $\tau_{вл}$ , коэффициент влагопроводности грунта, возвышение бровки земляного полотна над уровнем грунтовых вод (УГВ), глубина расположения УГВ, но и характер увлажнения, устанавливаемый в зависимости от конструкции земляного полотна и дорожной одежды.

Третий и четвёртый этапы состоят в определении характеристики скорости промерзания и назначении средней весенней влажности грунта земляного полотна с учётом миграции влаги при промерзании грунта.

На пятом этапе устанавливают графические и функциональные зависимости модуля упругости, угла внутреннего трения и удельного сцепления глинистых грунтов рабочего слоя земляного полотна от значений расчётной влажности.

На шестом этапе производят нормирование полученных значений влажности, прочности и деформируемости для выделенных на территории исследования дорожных районов.

#### Установление графических и функциональных зависимостей

Для установления состава и свойств грунтов рабочего слоя земляного полотна автомобильных

дорог были выполнены полевые и лабораторные исследования. Установлено, что рабочий слой земляного полотна автомобильных дорог региона исследований слагают в основном глинистые грунты, а именно пылеватые супеси и суглинки.

Для исследуемой территории были установлены функциональные зависимости  $E_{ср}$ ,  $\varphi_{ср}$ ,  $C_{ср}=f(W_{от})$  для супесей пылеватых, суглинков пылеватых. Эти зависимости лучше всего аппроксимируются экспоненциальной кривой [13].

Для супесей зависимость  $\varphi_{ср} = f(W_{от})$  отражена на рис. 1. и представлена уравнением вида:

$$\varphi_{ср} = 18,85 + 94,76 \cdot e^{-4,86W_{от}} \quad (1)$$

где  $\varphi_{ср}$  – удельное сцепление грунта, МПа;  $W_{от}$  – относительная влажность грунта рабочего слоя земляного полотна в долях от  $W_L$ .

Теснота связи между исследуемыми параметрами составила  $R = 0,78$ , что является основанием для использования уравнения (1) при определении расчётных значений модуля упругости для супесчаных грунтов рабочего слоя земляного полотна на территории Западной Сибири.

Зависимость удельного сцепления супеси от его относительной влажности (см. рис. 2) представлено в виде уравнения:

$$C_{ср} = e^{-6,77W_{от}} \quad (2)$$

где  $C_{ср}$  – удельное сцепление грунта, МПа;  $W_{от}$  – относительная влажность грунта рабочего слоя земляного полотна в долях от  $W_L$ . В этом случае коэффициент связи между исследуемыми параметрами составил  $R=0,77$ , что позволяет применять уравнения 2 при определении расчётных значений удельного сцепления для супесчаных грунтов рабочего слоя земляного полотна.

#### Территориальное нормирование значений расчётных характеристик

Результаты исследований позволили рекомендовать значения характеристик влажности, прочности и деформируемости глинистых грунтов в табличной форме. Так, в табл. 2 приведены значения характеристик грунтов для дорожных районов Томской области, с обеспеченным поверхностным стоком, где грунтовые воды не оказывают влияние на увлажнение верхней части грунтовой толщи.

В табл. 3 отражены значения характеристик грунтов для дорожных районов Новосибирской области, где поверхностный сток воды не обеспечен, а грунтовые воды могут способствовать дополнительному увлажнению верхней части грунта.

#### Заключение

Таблица 2. Расчётные значения характеристик глинистых грунтов (пылеватые суглинки и супеси) рабочего слоя земляного полотна в условиях I типа местности по характеру и степени увлажнения для дорожных районов выделенных на территории Томской области

Индекс дорожного района	Административный пункт	Влажность $W_p$ , в долях от $W_L$	Модуль упругости $E_{zp}$ , МПа	Угол внутреннего трения $\varphi_{zp}$ , град.	Удельное сцепление $C_{zp}$ , МПа
I.P.3	Стрежевой, Усть-Озерное, Катайга	0,84	16,0	15	0,014
II.P.1	Александровское, Каргасок, Напас	0,77	22,0	16	0,019
II.P.2	Парабель, Бакчар, Колпашево, Белый Яр, Тегульдет	0,84	21,0	12	0,048
II.X.3	Гомск, Итатка, Богашево, Ярское	0,86	22,0	11	0,009
III.P.1	Асино, Первомайское, Зырянское	0,76	30,0	14	0,016
III.P.2	Кожевниково, Ювала, Базой	0,79	23,0	13	0,049

Таблица 3. Расчётные значения характеристик грунтов (супесь) земляного полотна для участков дорог с близким залеганием грунтовых вод для дорожного района III.P.3 выделенного на территории Новосибирской области

Коэффициент влагопроводности $K_l$ , см <sup>2</sup> /час	Уровень	Расчетные значения показателей грунта			
	грунтовых или поверхностных вод от верха земляного полотна $H_B$ , м	весенняя влажность в долях от $W_L$ , $W_P^{вес}$	модуль упругости $E_{zp}$ , МПа	угол внутреннего трения $\varphi_{zp}$ , град	удельное сцепление $C_{zp}$ , МПа
1	0,5	0,674	28,4	17,8	0,056
	1,0	0,613	32,9	21,3	0,061
	1,5	0,553	39,3	25,9	0,069
	2,0	0,526	43,1	28,5	0,074
	2,5	0,516	44,7	29,5	0,076
1,5	0,5	0,691	27,4	17,0	0,055
	1,0	0,624	32,0	20,6	0,060
	1,5	0,651	30,0	19,0	0,057
	2,0	0,631	31,4	20,1	0,059
	2,5	0,521	43,9	29,0	0,075
2	0,5	0,705	26,6	16,3	0,054
	1,0	0,635	31,1	19,9	0,059
	1,5	0,568	37,5	24,6	0,066
	2,0	0,536	41,6	27,5	0,072
	2,5	0,525	43,3	28,6	0,074
2,5	0,5	0,718	26,0	15,8	0,053
	1,0	0,644	30,5	19,4	0,058
	1,5	0,574	36,8	24,1	0,066
	2,0	0,541	40,9	27,0	0,071
	2,5	0,530	42,5	28,1	0,073
3	0,5	0,730	25,4	15,3	0,052
	1,0	0,653	29,8	18,9	0,057
	1,5	0,579	36,2	23,7	0,065
	2,0	0,545	40,4	26,6	0,070
	2,5	0,533	42,1	27,8	0,072

Комплексные исследования состава и свойств глинистых грунтов рабочего слоя земляного полотна автомобильных дорог, расположенных в

различных природных условиях территории Западной Сибири, позволили получить функциональные зависимости  $E_{zp}$ ,  $\varphi_{zp}$ ,  $C_{zp}=f(W_{om})$ , которые

можно рекомендовать для назначения характеристик деформируемости при проектировании нежёстких дорожных одежд. Применение полученных значений характеристик влажности, прочности и деформируемости глинистых грунтов рабочего слоя земляного полотна при проектировании дорожных одежд позволит обеспечить требуемый уровень надёжности транспортных сооружений по

критерию работоспособность.

Работа поддержана грантом Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 14-07-00673 А), её элементы выполнены по заказу территориальных органов управления автомобильных дорог Западной Сибири, а также по плану НИР «Росавтодор».

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 34.13330.2012 Автомобильные дороги / Министерство регионального развития РФ. М., 2013.
2. СНиП 2.05.02–85\* Автомобильные дороги / Госстрой СССР. М. : ЦИТП Госстроя СССР, 2004. 56 с.
3. ОДН 218.046-01 Проектирование нежестких дорожных одежд.. Государственная служба дорожного хозяйства Министерства транспорта Российской Федерации. – М: Информавтодор, 2001. – 145с.
4. *Ефименко, С.В.* Дорожное районирование территории Западной Сибири [Текст] : монография / С.В. Ефименко, М.В. Бадина. – Томск : Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2014. – 244 с. + 10 л. вкл. + 2 л. Приложение.
5. *Ефименко, В.Н.* Теоретическое обоснование дорожно-климатического районирования территории юго-востока Западной Сибири / Ефименко В.Н., Ефименко С.В. // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета, № 2, 2001 - С.5.
6. *Efimenko, S.V.* Using Mathematical Models to Provide Reliability of Transport Facilities / S.V. Efimenko, Sukhorukov A.V., O.V. Konyayeva // ADV MATER and RES. 1085 (2015) 507-512.
7. *C.E. Zapata, W.N. Houston,* Calibration and validation of the enhanced integrated climatic model for pavement design. Transportation Res. Board. 62 (2008) 61.
8. *Золотарь, И.А.* Прогноз влажности грунта земляного полотна в целях назначения его прочностных характеристик/ И.А. Золотарь// Материалы всесоюзной межвузовской конференции по прочности дорожных одежд. – Харьков, 1968. – С. 100 – 106.
9. *Ефименко, В.Н.* Применение информационных технологий при моделировании геокомплексами для уточнения границ в дорожно-климатическом районирование [Электронный ресурс] / В.Н. Ефименко, С.В. Ефименко, М.В. Бадина, А.В. Сухоруков /: матер. Международной научно-практической конференции – Омск: СибАДИ, 2014. Кн. 3 – С. 66-69. Режим доступа: <http://bek.sibadi.org/fulltext/EPD994.pdf>, свободный после авторизации. Загл. с экрана.
10. *Ефименко, С.В.* Уточнение схемы расчёта величины испарения с поверхности грунтовых оснований автомобильных дорог при формировании информационной базы для прогнозирования их влажности [Текст] / С.В Ефименко, А.В. Сухоруков, В.Н. Ефименко // Транспорт и дороги Казахстана – Астана, 2013. – №4(54). – С. 21-24.
11. *Ефименко, С.В.* Некоторые особенности формирования информационной базы, учитывающей геокомплексы при прогнозировании влажности грунтов земляного полотна автомобильных дорог районов Западной Сибири [Текст] / С.В Ефименко, А.В Сухоруков // «Наука, образование, общество: тенденции и перспективы» Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции – Москва, 2014. – С. 172-174.
12. *Золотарь, И.А.* Водно-тепловой режим земляного полотна и дорожных одежд/ под ред. И.А. Золотаря, Н.А. Пузакова, В.М. Сиденко. – М. : Транспорт, 1971. – 416 с.
13. *Ефименко, С.В.* Обоснование расчётных значений характеристик глинистых грунтов для проектирования дорожных одежд автомобильных дорог (на примере Западной Сибири): автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Омск, 2006 – 23с.

## ASSIGNMENT OF CALCULATED VALUES CHARACTERISTICS OF CLAY SUBGRADE SOILS FOR DESIGN ROAD PAVEMENT

**Efimenko Vladimir N.**

D.Sc. (Engineering), Professor , e-mail: [svefimenko\\_80@mail.ru](mailto:svefimenko_80@mail.ru)

**Efimenko Sergey V.**

C.Sc. (Engineering), Associate Professor, e-mail: [svefimenko\\_80@mail.ru](mailto:svefimenko_80@mail.ru)

**Sukhorukov Aleksey V.**

Research Assistant, e-mail: [homesuhov@mail.ru](mailto:homesuhov@mail.ru)

Tomsk State University of Architecture and Building, 2 sq. Solyanaya, Tomsk, 634003, Russian Federation

### Abstract

*The paper discloses a technology for assignment of calculated values of moisture, strength, and deformability characteristics of clay subgrade soils. Main features of the geographical complex that determine the variability of characteristics of the water-and-thermal regime of subgrade soils are presented. Recommendations on assignment of calculated values of characteristics of the most common clay subgrade soils in the studied area are given.*

**Keywords:** *pavement, design, subgrade, clay soils, calculated values.*

### REFERENCES

1. SP 34.13330.2012 Avtomobil'nye dorogi [design and construction specifications]. Ministerstvo regional'nogo razvitiya RF [Ministry of Regional Development RF]. Moscow, 2013. 112 P.
2. SNiP 2.05.02–85\* Avtomobil'nye dorogi [design and construction specifications]. Gosstroj SSSR [State Committee for Construction USSR]. Moscow, 2004. 56 P.
3. ODN 218.046-01 Proektirovanie nezhestkih dorozhnyh odezhd. [ Industry Road Codes]. Moscow, 2001. 145 P.
4. Efimenko S.V., Badina M.V. Dorozhnoe rajonirovanie territorii Zapadnoj Sibiri [Road zoning of Western Siberia]. Tomsk, Publishing of Tomsk State University of Architecture and Building, 2014. 244 P.
5. Efimenko, V.N., Efimenko S.V. Teoreticheskoe obosnovanie dorozhno-klimaticheskogo rajonirovanija territorii jugo-vostoka Zapadnoj Sibiri [Theoretical justification of road-climatic zoning of the southeast of Western Siberia]. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta [Bulletin of Tomsk State University of Architecture and Building]. 2001. No. 2. P. 5-10.
6. Efimenko, S.V., Sukhorukov A.V., O.V. Konyayeva Using Mathematical Models to Provide Reliability of Transport Facilities // ADV MATER and RES. 2015. Vol. 1085 P. 507-512.
7. C.E. Zapata, W.N. Houston, Calibration and validation of the enhanced integrated climatic model for pavement design. Transportation Res. Board. 2008. Vol. 62. P. 61.
8. Zolotar' I.A. Prognoz vlazhnosti grunta zemljanogo polotna v celjah naznachenija ego prochnostnyh harakteristik [Prediction moisture content of subgrade soil for assignment its strength characteristics]. Materialy vsesojuznoj mezhvuzovskoj konferencii po prochnosti dorozhnyh odezhd [Materials All-Union interuniversity conferences on the strength of road pavements]. Har'kov, 1968. P. 100–106.
9. Efimenko V.N., Efimenko S.V., Badina M.V., Suhorukov A.V. Primenenie informacionnyh tehnologij pri modelirovanii geokompleksami dlja utocnenija granic v dorozhno-klimaticheskom rajonirovanie [Application of information technologies in modeling the geocomplexes to clarify the boundaries of road-climatic zoning] URL: <http://bek.sibadi.org/fulltext/EPD994.pdf>, (free access).
10. Efimenko S.V., Suhorukov A.V., Efimenko V.N. Utochnenie shemy raschjota velichiny isparenija s poverhnosti gruntovyh osnovanij avtomobil'nyh dorog pri formirovanii informacionnoj bazy dlja prognozirovanija ih vlazhnosti [Adjustment scheme for calculating evaporation from the soil bases of road in the formation of an information base for the prediction of moisture]. Transport i dorogi Kazahstana [Transport and road Kazakstan]. 2013. No. №4(54). P. 21-24.
11. Efimenko S.V., Suhorukov A.V. Nekotorye osobennosti formirovanija informacionnoj bazy, uchityvajushhej geokompleksy pri prognozirovanii vlazhnosti gruntov zemljanogo polotna avtomobil'nyh dorog rajonov Zapadnoj Sibiri [Any peculiarities of the information base, taking into account geocomplexes when predicting moisture content subgrade soil in regions of Western Siberia ].Sbornik nauchnyh trudov po materialam Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii «Nauka, obrazovanie, obshhestvo: tendencii i perspektivy» [Collection of research papers on the materials of the International scientific and practical conference «Science, education, institute: sentiments and possibility]. Moskva, 2014. P. 172-174.
12. Zolotar' I.A. Vodno-teplovoy rezhim zemljanogo polotna i dorozhnyh odezhd [Water-heating mode of subgrade and pavements]. Transport, Moscow. 1971. 416 P.
13. Efimenko S.V. Obosnovanie raschjotnyh znachenij harakteristik glinistyh gruntov dlja proektirovanija dorozhnyh odezhd avtomobil'nyh dorog (na primere Zapadnoj Sibiri) [Substantiation of calculated values of characteristics of clay soils for design of road pavements (for example, Western Siberia)]. avtoref. dis. ... kand. tehn. nauk. [Abstr. Dis. ... Cand. Tech. Sc.]. Omsk. 23 P.

Received 14 April 2015