
ОДМ ***.*.*.**-2024

ОТРАСЛЕВОЙ ДОРОЖНЫЙ МЕТОДИЧЕСКИЙ ДОКУМЕНТ



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ДОРОЖНОЕ АГЕНТСТВО
РОСАВТОДОР

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РАСЧЕТУ И
КОНСТРУИРОВАНИЮ ПОДФЕРМЕННИКОВ МОСТОВЫХ
СООРУЖЕНИЙ НА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ ОБЩЕГО
ПОЛЬЗОВАНИЯ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ДОРОЖНОЕ АГЕНТСТВО
(РОСАВТОДОР)**

Москва 2024

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН обществом с ограниченной ответственностью «Мастерская Мостов» (ООО «Мастерская Мостов»).

Коллектив авторов: инж. Н.Ю. Новак, канд. техн. наук Н.В. Илюшин, инж. В.В. Одинцов

2 ВНЕСЕН Управление научно-технических исследований, информационных технологий и хозяйственного обеспечения.

3 ИЗДАН на основании распоряжения Федерального дорожного агентства от №

4 ИМЕЕТ РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫЙ ХАРАКТЕР.

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ.

Содержание

1	Область применения
2	Нормативные ссылки
3	Термины и определения
4	Общие положения
5	Нагрузки и воздействия
5.1	Общие рекомендации
5.2	Постоянные нагрузки
5.3	Временные подвижные нагрузки.....
5.4	Иные нагрузки и воздействия.....
6	Материалы
7	Конструктивные требования
8	Рекомендации по выполнению расчетов.....
	Приложение А Рекомендации по составлению конечно-элементных расчетных моделей.....
	Библиография

ОТРАСЛЕВОЙ ДОРОЖНЫЙ МЕТОДИЧЕСКИЙ ДОКУМЕНТ

Методические рекомендации по расчету и конструированию подферменников мостовых сооружений на автомобильных дорогах общего пользования

1 Область применения

1.1 Настоящий отраслевой дорожный методический документ (далее – методический документ) содержит рекомендации по расчету и конструированию подферменников мостовых сооружений на автомобильных дорогах общего пользования.

1.2 Для мостовых сооружений, расположенных на дорогах иной подчиненности, этот методический документ может использоваться по решению соответствующих органов управления.

1.3 Положения настоящего методического документа предназначены для расчетно-теоретического и методического обеспечения дорожного хозяйства при проектировании, строительстве, реконструкции, капитальном ремонте и ремонте подферменников мостовых сооружений на автомобильных дорогах общего пользования.

2 Нормативные ссылки

В настоящем методическом документе использованы нормативные ссылки на следующие документы:

Технический регламент Таможенного союза «Безопасность автомобильных дорог» (ТР ТС 014/2011)

ГОСТ 27.002–2015 Надежность в технике (ССНТ). Термины и определения

ГОСТ 5781–82 Сталь горячекатаная для армирования железобетонных конструкций. Технические условия

ГОСТ 14098–2014 Соединения сварные арматуры и закладных изделий железобетонных конструкций. Типы, конструкции и размеры

ГОСТ 26633–2015 Бетоны тяжелые и мелкозернистые. Технические условия.

ГОСТ 27751–2014 Надежность строительных конструкций и оснований.

Основные положения

ГОСТ 32960–2014 Дороги автомобильные общего пользования. Нормативные нагрузки, расчетные схемы нагружения

ГОСТ 33384–2015 Дороги автомобильные общего пользования. Проектирование мостовых сооружений. Общие требования

ГОСТ 33390–2015 Дороги автомобильные общего пользования. Мосты. Нагрузки и воздействия

ОДМ (проект, первая редакция)

ГОСТ 34028–2016 Прокат арматурный для железобетонных конструкций
Технические условия.

ГОСТ Р 59619–2021 Дороги автомобильные общего пользования. Мостовые сооружения. Правила проектирования опор

ГОСТ Р 59622–2021 Дороги автомобильные общего пользования. Мостовые сооружения. Проектирование железобетонных элементов

СП 35.13330.2011 Мосты и трубы (актуализированная редакция
СНиП 2.05.03-84*)

3 Термины и определения

В настоящем методическом документе применены термины по рекомендациям [1] и [2], а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 временная вертикальная нагрузка: Произвольное транспортное средство (средства), расположенное в пределах ездового полотна мостового сооружения.

3.2 воздействие от нагрузки: Усилия, напряжения, деформации, перемещения в конструкции (элементе конструкции), возникающие от действия внешних нагрузок (постоянных, временных, температурных и пр.).

3.3 мостовое сооружение: Инженерное сооружение, состоящее из опор и пролетных строений, предназначенное для пропуска через препятствие разных видов транспортных средств, пешеходов, водотоков, селей и коммуникаций различного назначения (мосты, путепроводы, пешеходные мосты, виадуки, эстакады, акведуки, селедуки); часто подменяется термином «мост».

[пункт 3.7 ГОСТ 33384–2015]

3.4 надежность строительного объекта: Способность строительного объекта выполнять требуемые функции в течение расчетного срока эксплуатации.

[пункт 2.1.5 ГОСТ 27751–2014]

3.5 несущая способность: Максимальный эффект воздействия, реализуемый в строительном объекте без превышения предельных состояний.

[пункт 2.2.4 ГОСТ 27751–2014]

3.6 подферменная площадка, подферменник: Железобетонный выступ на оголовке опоры, предназначенный для установки опорной части пролетного строения

[пункт 3.12 ГОСТ 33384–2015, пункт 3.17 ГОСТ Р 59619-2021]

3.7 предельное состояние: Состояние объекта, при котором его дальнейшая эксплуатация недопустима или нецелесообразна либо восстановление его

работоспособного состояния невозможно или нецелесообразно.

[пункт 3.2.7 ГОСТ 27.002–2015]

4 Общие положения

4.1 Подферменник предназначен для установки опорных частей и служит для распределения опорного давления пролетного строения на тело опоры.

4.2 Подферменники мостовых сооружений должны удовлетворять требованиям, представленным в ГОСТ 33384-2015, статье 3 ТР ТС 014/2011, а также в данном документе.

4.3 Конструктивные, архитектурные и объемно-планировочные решения подферменников мостовых сооружений, применяемые материалы и изделия должны быть технологически целесообразными и исполнимыми при строительстве, текущем содержании в период эксплуатации, при капитальных ремонтах, ремонтах и реконструкции

4.4 Проектные решения должны обеспечивать невозможность наступления какого-либо предельного состояния по ГОСТ 27751-2014.

4.5 Проектирование подферменников мостовых сооружений следует осуществлять согласно требований ГОСТ Р 59619-2021 и ГОСТ Р 59622-2021 с учетом рекомендаций настоящего методического документа.

5 Нагрузки и воздействия

5.1 Общие положения

5.1.1 Постоянные и временные нагрузки и воздействия следует принимать в соответствии действующими нормативными документами.

5.1.3 Коэффициенты сочетаний нагрузок, а также таблицу сочетаний нагрузок следует принимать по ГОСТ 33390, если не указано иное.

5.2 Постоянные нагрузки

5.2.1 Постоянные нагрузки следует принимать в соответствии с ГОСТ 33390.

5.2.2 Коэффициенты надежности следует принимать в соответствии с ГОСТ 33390, если не указано иное.

5.3 Временные подвижные нагрузки

5.3.1 Временные вертикальные нагрузки от транспортных средств и пешеходов применяются в соответствии с ГОСТ 33390 и ГОСТ 32960.

5.3.2 Динамические коэффициенты и коэффициенты надежности к временным вертикальным нагрузкам следует принимать по ГОСТ 32960.

ОДМ (проект, первая редакция)

5.3.3 Иные временные нагрузки от транспортных средств и пешеходов следует применять по ГОСТ 33390.

5.3.4 При расчете класс временной нагрузки K по схеме АК и НК устанавливается в задании на проектирование.

5.4 Иные нагрузки и воздействия

5.4.1 Иные временные нагрузки и воздействия следует применять в соответствии с ГОСТ 33390.

5.4.2 В случае отсутствия необходимых данных по иным временным нагрузкам следует руководствоваться СП 35.13330.

6 Материалы

6.1 Материалы для проектирования подферменников опор следует принимать согласно ГОСТ Р 59622.

6.2 Бетон подферменников следует принимать класса по прочности на сжатие не менее В30 по ГОСТ 26633.

6.1.1 В качестве рабочей арматуры в подферменниках следует принимать арматуру класса А240 по ГОСТ 5781 и ГОСТ 34028, А300 и А400 по ГОСТ 5781.

6.4 Допускается применение фибробетонов и сверхвысокопрочных бетонов (UHPC) для сокращения сроков выполнения работ. Армирование в случае применения сверхвысокопрочных бетонов допускается не устраивать.

7 Конструктивные требования

7.1 Общие конструктивные требования к подферменникам должны соответствовать требованиям раздела 8.5 ГОСТ 33384-2015, а также раздела 9 ГОСТ Р 59622-2021, за исключением требований, уточненных в настоящем документе.

7.2 Наименьший диаметр рабочей ненапрягаемой арматуры в подферменниках следует принимать равным 8 мм.

7.3 Арматурные стержни плоских сеток рекомендуется сваривать в шахматном порядке швами К1-Кт, К3-Рп, К3-Мп по ГОСТ 14098-2014.

Допускается применение сварных соединений, не обеспечивающих равнопрочность стыка согласно ГОСТ 14098–2014.

Допускается применение вязаных сеток.

7.4 Шаг арматурных стержней в плоских сетках должен составлять не менее 8d.

7.5 Шаг плоских сеток по высоте подферменника должен составлять не менее 100 мм.

7.6 Рекомендуется использование замкнутых кольцевых хомутов и П-образных хомутов, выпуски из тела опоры также рекомендуется выполнять П-образной формы.

7.7 Количество выпусков из тела опоры в подферменник должно быть достаточно для фиксации сеток (хомутов), доходить до верхней сетки (хомута), а также составлять не менее 1 выпуска на 1 м^2 площади подферменника.

7.8 В общем случае укладка бетона выполняется только в один этап. Необходимость в этапности бетонирования должна быть обоснована в проекте.

8 Рекомендации по выполнению расчетов

8.1 Расчеты мостовых сооружений следует выполнять в соответствии с требованиями статьи 3 ТР ТС 014/2011.

8.2 Расчеты подферменников мостовых сооружений с заменяемыми балками следует проводить по методике предельных состояний в соответствии с ГОСТ 33384–2015 и ГОСТ 27751–2014 (раздел 5).

8.3 Расчеты рекомендуется выполнять согласно требованиям ГОСТ Р 59619–2021 и ГОСТ Р 59622–2021, а также с учетом положений настоящего методического документа.

8.4 Расчет подферменника выполняется из условия не превышения предельных значений по максимальным сжимающим напряжениям в бетоне, максимальным растягивающим напряжениям в арматуре, а также по ширине раскрытия трещин.

8.5. Расчетная схема для подферменников представлена на рисунке 1. Распределение давления в теле подферменника от опорной части (A_{loc}) принимается под 45 градусов.

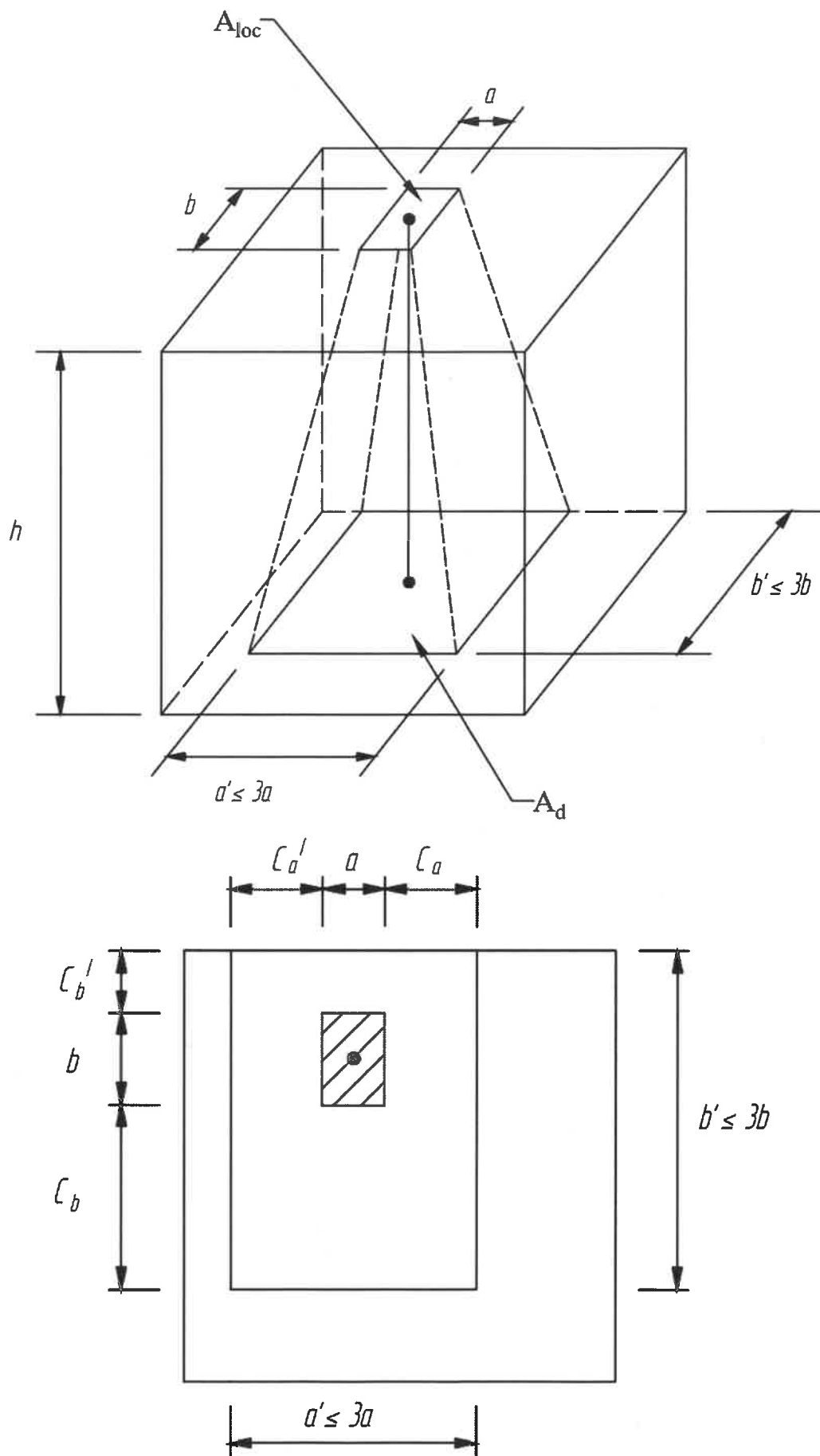


Рис. 1 Расчетная схема

8.1.6 Расчет на местное сжатие проводится согласно ГОСТ 59622 (пункт 7.11.2) с учетом рекомендаций настоящего документа.

$$N \leq \varphi_{loc} \cdot R_{b,loc} \cdot A_{loc}, \quad (1)$$

где N — продольная сжимающая сила от местной расчетной нагрузки;

φ_{loc} — коэффициент, принимаемый равным: при равномерном распределении местной нагрузки на площади смятия — 1,00, при неравномерном распределении — 0,75;

A_{loc} — площадь смятия по рисунку 1;

$R_{b,loc}$ — расчетное сопротивление бетона смятию, вычисляемое по формулам:

$$R_{b,loc} = 13,5\varphi_{loc1}R_{bt}; \quad (2)$$

$$\varphi_{loc1} = \sqrt[3]{\frac{A_d}{A_{loc}}} \leq 2, \quad (3)$$

где R_{bt} — расчетное сопротивление бетона растяжению для бетонных конструкций по ГОСТ Р 59622 (таблица 6);

A_d — расчетная площадь в соответствии со схемой, приведенной на рисунке 1.

8.1.7 При расчете на местное смятие подферменников с армированием в виде поперечных сеток (или хомутов) должно удовлетворяться условие

$$N \leq R_{b,red}A_{loc}, \quad (4)$$

где A_{loc} — площадь смятия по рисунку 1;

$R_{b,red}$ — приведенная прочность бетона осевому сжатию, вычисляемая по формуле

$$R_{b,red} = R_b\varphi_{loc,b} + \varphi \cdot \mu \cdot R_s\varphi_{loc,s}, \quad (5)$$

где

R_b — расчетное сопротивление бетона сжатию для бетонных конструкций по ГОСТ Р 59622 (таблица 6);

$$\varphi_{loc,b} = \sqrt[3]{\frac{A_d}{A_{loc}}} \leq 3; \quad (6)$$

φ , μ — соответственно коэффициент эффективности косвенного армирования и коэффициент армирования сечения сетками или спиралями (замкнутыми хомутами) согласно ГОСТ Р 59622 (пункт 7.4.4);

$$\varphi_{loc,s} = 4,5 - 3,5 \frac{A_{loc}}{A_{ef}}; \quad (7)$$

A_{ef} — площадь бетона, заключенного внутри контура сеток косвенного армирования, считая по их крайним стержням, при этом должно удовлетворяться условие $A_{loc} < A_{ef} \leq A_d$;

A_d — расчетная площадь, принимаемая не более указанной на рисунке 1;

R_s — расчетное сопротивление арматуры растяжению по ГОСТ Р 59622 (таблица 16).

ОДМ (проект, первая редакция)

8.8 При проверке на максимальное сжимающее напряжение в бетоне должно удовлетворяться условие:

$$\sigma_b \leq R_b, \quad (8)$$

где R_b — расчетное сопротивление бетона сжатию для бетонных конструкций по ГОСТ Р 59622 (таблица 6);

$$\sigma_b = \frac{N}{A_d} + \frac{N \cdot c}{W_d}, \quad (9)$$

σ_b — максимальные сжимающие напряжения в бетоне;

N — продольная сжимающая сила от местной расчетной нагрузки;

c — дополнительный эксцентриситет, равный максимальному значению из c_a и c'_a (или c_b и c'_b) согласно рисунку 1;

A_d — расчетная площадь принимаемая в соответствии со схемой, приведенной на рисунке 1;

W_d — момент сопротивления расчетного сечения;

8.9 При проверке на максимальное растягивающее напряжение, с учетом восприятия растяжения арматурными стержнями, должно удовлетворяться условие:

$$\sigma_f \cdot h \cdot a' \leq R_s \cdot A_s, \quad (10)$$

где h — расчетная высота подферменника согласно рисунку 1;

a' — сторона расчетного сечения согласно рисунку 1 (или b' при расчете в перпендикулярном направлении);

$$\sigma_f = \frac{N}{A_d} - \frac{N \cdot c}{W_d}, \quad (11)$$

где σ_f — максимальные растягивающие напряжения в бетоне;

R_s — расчетное сопротивление арматуры растяжению по ГОСТ Р 59622 (таблица 16);

A_s — площадь сечения всей рабочей арматуры.

8.10 Подферменник должен быть проверен на ширину раскрытия трещин по ГОСТ Р 59622 (пункт 8.3.1). Конструкция подферменника относится к категории 3в требований по трещиностойкости.

Растягивающее напряжение при этом следует принимать:

$$\sigma = \frac{\sigma_{fn} \cdot h \cdot a'}{A_s}, \quad (12)$$

где σ_{fn} — максимальные растягивающие напряжения в бетоне по (11), но рассчитываемые от нормативных нагрузок.

8.11 Допускается расчеты проводить по методу конечных элементов в сертифицированных и верифицированных программных комплексах. При расчетах по методу конечных элементов необходимо учитывать положения, приведенные в приложении А.

Приложение А

Рекомендации по составлению конечно-элементных расчетных моделей

А.1 Численное моделирование подферменников мостовых сооружений целесообразно выполнять объемными конечными элементами с тремя степенями свободы. Такой тип конечного элемента обеспечивает наиболее точное воспроизведение реальной работы подферменника.

А.2 Рекомендуется в конечно-элементной модели учитывать основное рабочее армирование. Выпуски допускается не учитывать.

А.3 Требуется учитывать совместную пространственную работу подферменника с ригелем (насадкой).

А.4 Рекомендуется учитывать в расчете особенности работы опорной части (тип, материал, жесткостные параметры и т.д.).

А.5 Допустимо ориентироваться на не превышение при расчетном воздействии невыгодного сочетания нагрузок максимальных напряжений растяжения в бетоне $1,4R_{bt}$ по ГОСТ Р 59622-2021 (таблица 6), максимальных напряжений сжатия в бетоне R_b по ГОСТ Р 59622-2021 (таблица 6), а также максимальных напряжений растяжения в арматуре R_s по ГОСТ Р 59622-2021 (таблица 16).

А.6 При расчете рекомендуется использовать расчетные программные комплексы, реализующие подбор невыгодного размещения подвижной временной нагрузки и возможность оперирования сочетаниями нагрузок для получения максимальных значений действующих усилий.

Библиография

- [1] ОДМ 218.1.001–2020 Рекомендации по разработке и применению документов технического регулирования в сфере дорожного хозяйства
- [2] ОДМ 218.4.025–2016 Рекомендации по определению грузоподъемности эксплуатируемых мостовых сооружений на автомобильных дорогах общего пользования. Общая часть

ОКС 93.040

Ключевые слова: мостовое сооружение, подферменник, ремонт, капитальный ремонт, проектирование, расчет, конструирование

Руководитель организации-разработчика

Общество с ограниченной ответственностью «Мастерская Мостов»

(ООО «Мастерская Мостов»)

Генеральный директор


 24.01.2024

подпись, дата

А.Н. Щербаков

Руководитель разработки

Зам. генерального
директора


 24.01.2024

подпись, дата

Н.Ю. Новак

Исполнители:

Зам. генерального
директора,
канд. техн. наук

 24.01.2024

подпись, дата

Н.В. Илюшин

Начальник отдела

 24.01.2024

подпись, дата

В.В. Одинцов

Редактор

Корректор

Компьютерная верстка

Компьютерная графика

Подписано в печать ???.?.2024.

Формат бумаги 60x84 1/16.

Уч.-изд. л. ??. Печ. л. .?? Тираж 150 экз.

Адрес ФГБУ «ИНФОРМАВТОДОР»:

129085, г. Москва, Звёздный бульвар, д. 21, стр. 1

Тел.: +7 (495) 747-91-00, 747-91-05

E-mail: inform@infad.ru