

## ИЗМЕНЕНИЕ N 1

### к СП 22.13330.2016 "СНиП 2.02.01-83\* Основания зданий и сооружений"

ОКС 93.020

Дата введения 2019-05-21

Утверждено и введено в действие Приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации (Минстрой России) от 20 ноября 2018 г. N 736/пр

Введение

Дополнить абзацем в следующей редакции:

"Изменение N 1 к СП 22.13330.2016 разработано АО "НИЦ "Строительство" - НИИОСП им.Н.М.Герсеванова (руководитель темы - канд. техн. наук *И.В.Колыбин*; исполнители - канд. техн. наук *Буданов*, канд. техн. наук *В.А.Ковалев*, канд. техн. наук *И.Г.Ладыженский*, канд. техн. наук *Д.Е.Разводовский*, канд. техн. наук *А.Н.Труфанов*, канд. техн. наук *О.А.Шулятьев*, канд. техн. наук *С.О.Шулятьев*; инж. *А.Б.Патрикеев*)."

#### Содержание

Дополнить наименованием приложения Н в следующей редакции:

"Приложение Н (рекомендуемое) Методика определения эквивалентной жесткости каркаса здания".

#### 3 Термины и определения

Дополнить раздел после терминологической статьи 3.4 терминологической статьей 3.4а в следующей редакции:

"3.4а **верхняя оценка**: Решение, соответствующее наиболее высокому значению несущей способности (прочности или устойчивости), полученное аналитически или численно на основании применения кинематически допустимого поля скоростей в грунтовом основании.";

дополнить раздел после терминологической статьи 3.18 терминологической статьей 3.18а в следующей редакции:

"3.18а **коэффициент переуплотнения грунта**; OCR: Отношение вертикального эффективного напряжения от собственного веса грунта к напряжению предварительного уплотнения (предуплотнения).";

дополнить раздел после терминологической статьи 3.21 терминологической статьей 3.21а в следующей редакции:

"3.21а **напряжение предварительного уплотнения**: Условное максимальное вертикальное эффективное напряжение, которое испытывал грунт за время своего существования.";

дополнить раздел после терминологической статьи 3.23 терминологической статьей 3.23а в следующей редакции:

"3.23а **нижняя оценка**: Решение, соответствующее наиболее низкому значению несущей способности (прочности или устойчивости), полученное аналитически или численно на основании применения статически допустимого поля напряжений в грунтовом основании.".

#### 5 Проектирование оснований

Пункт 5.1.11. Первый абзац. Дополнить предложениями в следующей редакции:

"При выполнении совместных расчетов следует учитывать полную пространственную работу конструкций, последовательность строительства, геометрическую и физическую нелинейность, анизотропию, пластические и реологические свойства материалов и грунтов. При выполнении предварительных расчетов сооружений геотехнических категорий 3 и 2, при выполнении расчетов по оценке влияния и окончательных расчетов зданий геотехнической категории 1 совместные расчеты допускается выполнять с применением упрощенных расчетных схем сооружения с эквивалентной жесткостью этажа, определенной в соответствии с приложением Н."

Раздел дополнить пунктами 5.1.11а после пункта 5.1.11, 5.1.13а после пункта 5.1.13 в следующей редакции:

"5.1.11а При выполнении расчетов фундаментов допускается применение методики коэффициентов жесткости с одним (вертикальным) коэффициентом постели. Применение других контактных моделей допускается при обосновании их работоспособности в данных условиях.

Примечание - Применение моделей с увеличивающимся модулем деформации по глубине должно быть обосновано результатами инженерно-геологических изысканий.";

"5.1.13а Численные модели, применяемые для проверки оснований по несущей способности в случаях, предусмотренных 5.1.9, допускается верифицировать путем сопоставления результатов расчета с верхней и нижней оценками несущей способности (прочности или устойчивости). Расчетная модель может считаться верифицированной в случае, если полученное решение находится в

диапазоне между верхней и нижней оценками несущей способности. При этом разность значений верхней и нижней оценок должна быть не более 10% полученного расчетного значения несущей способности".

Пункт 5.6.5. Примечания. Пункт 1 изложить в новой редакции:

"1 Для определения совместной деформации основания и сооружения  $s$  могут применяться методы, приведенные в 5.1.11."

Пункт 5.6.6. Первый абзац. Изложить в новой редакции:

"Расчетная схема основания, применяемая для определения совместной деформации основания и сооружения, должна выбираться в соответствии с 5.1.6 и 5.1.11а."

Пункты 5.6.40 и 5.6.41 изложить в новой редакции:

"5.6.40 Вертикальное эффективное напряжение от собственного веса грунта до начала строительства  $\sigma_{zg}$ , кПа, в точке основания на глубине  $z$  от подошвы фундамента определяется по формуле

$$\sigma_{zg} = \gamma' d_n + \sum_{i=1}^n \gamma_i h_i + \gamma_i (z - z_{i-1}) - u_z, \quad (5.23)$$

где  $\gamma'$  - средний удельный вес грунта, расположенного выше подошвы фундамента, кН/м<sup>3</sup>;

$d_n$  - см. рисунок 5.2, м;

$n$  - номер слоя грунта, в котором расположена рассматриваемая точка;

$\gamma_i$  и  $h_i$  - соответственно удельный вес, кН/м<sup>3</sup>, и толщина  $i$ -го слоя грунта, м, над рассматриваемой точкой;

$z_{i-1}$  - глубина верхней границы  $i$ -го слоя грунта, отсчитываемая от подошвы фундамента (см. рисунок 5.2), м;

$u_z$  - поровое давление в рассматриваемой точке до начала строительства на глубине  $z$  от подошвы предполагаемого фундамента, кН/м<sup>2</sup>.

Примечание - При отсутствии данных о значениях порового давления в слабо фильтрующих слоях глинистых грунтов поровое давление внутри таких слоев допускается определять методом линейной интерполяции.

5.6.41 Нижнюю границу сжимаемой толщи основания принимают на глубине  $z = H_c$ , где выполняется условие  $\sigma_{zp} = 0,5\sigma_{zg}$ . При этом глубина сжимаемой толщи должна быть не меньше  $H_{min}$ , равной  $b/2$  при  $b \leq 10$  м,  $(4 + 0,1b)$  при  $10 < b \leq 60$  м и 10 м при  $b > 60$  м.

Если в пределах глубины  $H_c$ , найденной по указанным выше условиям, залегает слой грунта с модулем деформации  $E > 100$  МПа, сжимаемую толщину допускается принимать до кровли грунта при его толщине  $h$  в пределах габаритов здания или сооружения

$$h \geq H_c (1 - \sqrt[3]{E_2 / E_1}), \quad (5.23a)$$

где  $E_2$  - модуль деформации грунта, подстилающего слой грунта с модулем деформации  $E_1$ .

Если найденная по указанным выше условиям нижняя граница сжимаемой толщи находится в слое грунта с модулем деформации  $E \leq 7$  МПа или такой слой залегает непосредственно ниже глубины  $z = H_c$ , то этот слой включают в сжимаемую толщину, а за  $H_c$  принимают минимальное из значений, соответствующих подошве слоя или глубине, где выполняется условие  $\sigma_{zp} = 0,2\sigma_{zg}$ ."

Пункт 5.9.1. Перечисление д). Изложить в новой редакции:

"д) фундаментов эффективных форм и конструкций (буробетонных, с промежуточной подготовкой, с уплотнением грунтов основания ступенчато возрастающей нагрузкой, с анкерами, щелевых, в вытрамбованных котлованах, из забивных блоков и т.п.)".

Пункт 5.9.3. Перечисление а). Изложить в новой редакции:

"а) уплотнением грунтов (трамбованием тяжелыми трамбовками, устройством грунтовых свай, вытрамбовыванием котлованов под фундаментами, предварительным замачиванием грунтов, применением энергии взрыва, глубинным гидровиброуплотнением, вибрационными машинами, катками, уплотнением грунтов основания ступенчато возрастающей нагрузкой сваедавливающими установками и т.п.)".

Пункт 5.9.7. Дополнить абзацем (после третьего):

"- обжатием грунта ступенчато возрастающей нагрузкой сваедавливающими установками СВУ;"

## 6 Особенности проектирования оснований сооружений, возводимых на специфических

## грунтах и в особых условиях

Пункт 6.1.27. Перечисление а). Изложить в новой редакции:

"а) в пределах верхней зоны просадки или ее части - уплотнением тяжелыми трамбовками, устройством грунтовых подушек, вытрамбовыванием котлованов, в том числе с устройством уширения из жесткого материала (бетона, щебня, песчано-гравийной смеси), уплотнением ступенчато возрастающей нагрузкой сваедавляющими установками СВУ, химическим или термическим закреплением;"

Перечисление б). Изложить в новой редакции:

"б) в пределах всей просадочной толщи - глубинным уплотнением, пробивкой скважин с заполнением их уплотненным глинистым грунтом с предварительным замачиванием грунтов основания, в том числе с глубинными взрывами, уплотнением ступенчато возрастающей нагрузкой сваедавляющими установками после предварительного замачивания грунтов основания, химическим или термическим закреплением, а также разгрузкой грунтового массива путем частичной срезки грунта при выполнении вертикальной планировки или устройства под сооружения глубоких подвалов, подземных этажей."

Пункт 6.6.15. Второй абзац. Изложить в новой редакции:

"- поверхностное уплотнение оснований тяжелыми трамбовками, вибрационными машинами, катками, сваедавляющими установками;"

Раздел дополнить пунктом 6.6.16а в следующей редакции:

"6.6.16а В проекте основания, уплотняемого сваедавляющими установками, должны быть указаны:

- размеры уплотняемой площади и глубина уплотнения;
- параметры уплотняющей плиты-штампа (размеры, число ступеней уплотнения, давление уплотнения на каждой ступени, время выдержки на каждой ступени);
- значение недобора грунта до проектной отметки заложения фундаментов (понижение уплотняемой поверхности);
- плотность уплотненного грунта и оптимальная влажность."

Пункт 6.9.2 Первый абзац. Пятое перечисление. Заменить слова: "электронагрева грунта." на "электронагрева грунта;"

Дополнить пятое перечисление шестым в следующей редакции:

"электрохимический - способ комбинированного применения электрического тока и химических растворов, вводимых в грунт под давлением при одновременном воздействии постоянного электрического тока. Применяется для закрепления слабых малопроницаемых грунтов, представленных мелкими песками, суглинками и супесями."

Пункт 6.9.3. Предпоследний абзац. Изложить в новой редакции:

"цементация с использованием цемента общестроительного назначения с удельной поверхностью частиц не более  $4 \cdot 10^3$  см<sup>2</sup>/г - в трещиноватых скальных грунтах с удельным водопоглощением не менее 0,01 л/(мин·м<sup>2</sup>), в крупнообломочных грунтах и гравелистых песках при коэффициенте фильтрации не менее 80 м/сут, а также для заполнения карстовых полостей и закрепления закарстованных пород;"

Пункт 6.9.10. Третье предложение. Изложить в новой редакции:

"В программу должны быть включены дополнительные требования по проведению в рамках лабораторных изысканий и, при необходимости (определяется на этапе проектирования в зависимости от уровня ответственности объекта или объектов окружающей застройки), полевых опытных работ по подбору параметров закрепления грунтов."

Пункт 6.9.15. Изложить в новой редакции:

"6.9.15 Проектом закрепления грунтов должны быть предусмотрены опытно-производственные работы по закреплению. При геотехнической категории 1 опытно-производственные работы допускается не предусматривать. На этапе проектирования назначаются расчетные технологические параметры. Рабочие технологические параметры уточняются по результатам опытно-производственных работ."

Пункт 6.9.22. Изложить в новой редакции:

"6.9.22 По результатам опытно-производственных работ уточняют технологические параметры и назначают прочностные и деформационные характеристики. При необходимости выполняют корректировку проекта с уточнением фактических параметров закрепленного грунта."

Пункт 6.9.23. Изложить в новой редакции:

"6.9.23 Технологией производства работ по созданию закрепленного массива грунта должна быть обеспечена минимизация негативного воздействия на основание фундаментов возводимого или существующего сооружения."

Пункт 6.10.18. Экспликация к формуле (6.43). Первая строка. Изложить в новой редакции:

"где  $F_d$  - расчетное значение предельного сопротивления армирующего элемента вдавливаю (кН или кН/м), определенное по первой группе предельных состояний;"

Пункт 6.10.20. Изложить в новой редакции:

"6.10.20 Для проведения предварительных расчетов оснований по деформациям расчетные значения эффективного (интегрального) модуля общей деформации армированного грунта или массива в перпендикулярных направлениях как для трансверсально-изотропной среды допускается определять по формулам

- в направлении, параллельном направлению армирования

$$E_{\text{мас}} = \alpha E_{\text{ар}} + (1 - \alpha) E_{\text{гр}}, \quad (6.44)$$

где  $\alpha = V_{\text{ар}} / V_{\text{гр}}$  - коэффициент, характеризующий объемную долю армирующих элементов в массиве грунта;

$V_{\text{гр}}$  - объем усиливаемого армированием грунта;

$V_{\text{ар}}$  - объем армирующих элементов;

$E_{\text{ар}}$ ,  $E_{\text{гр}}$  - расчетные значения модуля упругости армирующих элементов и модуля деформации грунта.

Коэффициент  $\alpha$ , используемый в формуле (6.44), должен удовлетворять условию совместности деформаций армирующих элементов и грунта:

$$\alpha \leq \frac{\beta \cdot E_{\text{гр}}}{\beta \cdot E_{\text{гр}} + (1 - \beta) \cdot E_{\text{ар}}}, \quad (6.44a)$$

где  $\beta = n \cdot F_d / F$ ;

$n$  - число армирующих элементов в основании проектируемого фундамента;

$F$  - расчетная нагрузка на проектируемый фундамент, кН;

$F_d$  - то же, что в (6.43);

- в направлениях, перпендикулярных к направлению армирования

$$1 / E_{\text{мас}} = [\alpha / E_{\text{ар}}] + [(1 - \alpha) / E_{\text{гр}}], \quad (6.45)".$$

Пункт 6.12.10. Примечание 2. Изложить в новой редакции:

"2 Требования настоящего пункта на сооружения окружающей застройки не распространяются (в т.ч. при определении категории технического состояния сооружений окружающей застройки), за исключением случаев, когда вновь возводимое или реконструируемое сооружение оказывает негативное влияние, связанное с возможной активизацией карстово-суффозионных процессов в основании сооружений окружающей застройки при их размещении на территориях, опасных в карстово-суффозионном отношении. В этом случае необходимо учитывать 6.12.10 при определении категории состояния сооружений окружающей застройки и проведении противокарстовых мероприятий."

## **9 Особенности проектирования оснований подземных частей сооружений и геотехнический прогноз**

Пункт 9.12. Четвертое перечисление "- нагрузок, передающихся на ограждающие конструкции котлованов и наружные стены подземных частей сооружений" дополнить абзацем в следующей редакции:

"- усилий в конструкциях ограждения котлованов от температурно-климатических воздействий;"

Второй абзац. Исключить слова: "(в т.ч. проверку устойчивости стенок траншеи "стены в грунте)".

Дополнить пункт абзацем (перед последним) в следующей редакции:

"Оценку температурных усилий, возникающих в конструкциях ограждения котлована, следует выполнять с учетом податливости грунта за ограждением котлована. Для предварительной оценки усилий в распорной системе допускается назначать увеличенные на 30% значения, определенные для балок с неподвижными опорами."

Пункт 9.35. Примечания. Дополнить примечанием 4 в следующей редакции:

"4 При выполнении геотехнического прогноза следует учитывать температурные деформации распорных конструкций ограждения котлована, связанные с сезонным понижением температуры."

## **10 Особенности проектирования оснований высотных зданий**

Пункт 10.30. Изложить в новой редакции:

"10.30 Расчет на стадии разработки концептуальных решений допускается выполнять с использованием упрощенных расчетных схем сооружения с эквивалентной жесткостью этажа, определенной в соответствии с приложением М по упрощенной схеме с применением аналитических зависимостей. На стадии расчетного обоснования проектных решений расчет должен выполняться в объемной постановке с учетом всего каркаса здания, этапности возведения."

## **11 Проектирование водопонижения**

Пункт 11.17. Примечание 3. Изложить в новой редакции:

"3 При наличии гидроизоляции подземной части (проекта гидроизоляции) и обеспечении устойчивости проектируемого объекта против всплытия необходимость устройства гидроизоляции дренажа должна определяться проектной организацией."

Приложение М **Основные буквенные обозначения**

Раздел "Характеристики грунтов". Заменить слова: " $\sigma_r$  - начальное напряжение релаксации." на " $\sigma_r$  - начальное напряжение релаксации;"

Дополнить раздел обозначением и его расшифровкой в следующей редакции:  
" $OCR$  - коэффициент переуплотнения."

Свод правил дополнить приложением Н в следующей редакции:

"Приложение Н

#### **Методика определения эквивалентной жесткости каркаса здания**

Н.1 Для выполнения совместных расчетов системы "основание - фундамент - сооружение" для зданий с полным каркасом геотехнической категории 1, предварительных расчетов для зданий геотехнических категорий 2 и 3, на стадии разработки концептуальных предложений, а также при выполнении расчетов по оценке влияния допускается моделирование каркаса сооружения с использованием упрощенных расчетных схем.

Н.2 В качестве упрощенной расчетной схемы может использоваться методика эквивалентной замены всего каркаса здания одним этажом приведенной жесткости.

Н.3 Методика определения эквивалентной жесткости разделена на четыре этапа: сбор информации, определение жесткостных параметров, разработка модели и выполнение расчета и может применяться при расчетах каркаса с шагом колонн от 3 до 9 м при числе этажей от 3 до 40.

Н.4 На первом этапе осуществляются сбор всей необходимой информации, назначение проектного решения для фундаментных конструкций (или нескольких проектных решений в случае вариантного проектирования) и выбор модели основания для будущего расчета.

Н.5 На втором этапе осуществляется определение жесткостных параметров эквивалентного этажа. В качестве эквивалентного перекрытия следует выбирать ближайшую к фундаменту сплошную плиту.

Н.6 Для назначения жесткости эквивалентной плиты перекрытия здание по высоте следует разделить на участки, соответствующие изменению его высотности в плане (в случае однородности здания по высоте принимается один участок). Границы каждого из высотных участков проецируются на плиту перекрытия. Для каждого участка плиты производится определение жесткостных характеристик (для удобства представленных через толщину плиты) в соответствии с формулой

$$\delta_{\text{пр}} = \sqrt[3]{a \cdot 12 \cdot D_0 \cdot (2 \cdot N^2 + 2,3 \cdot N - 2,7) \cdot (1 - \nu^2)}, \quad (\text{H.1})$$

где  $\delta_{\text{пр}}$  - приведенная толщина участка плиты перекрытия,  $D_0 = 10^{-4}$  м<sup>3</sup>,  $N$  - параметр, отвечающий за учет процесса возведения здания, связанный с числом этажей исходного здания следующей зависимостью (в случае выполнения расчета без учета процесса возведения конструкций здания  $N$  - число этажей исходного здания для рассматриваемой площади)

$$N = 0,6 \cdot n - 1, \quad (\text{H.2})$$

здесь  $n$  - число этажей исходного здания для рассматриваемой площади;

$a$  - коэффициент, зависящий от приведенной толщины плит перекрытия исходного здания, определяемый по формуле

$$a = 2^{10(\delta - 0,2)}, \quad (\text{H.3})$$

где  $\delta$  - осредненная эквивалентная толщина плит перекрытия исходного здания, м, определяемая по формуле

$$\delta = \sqrt[3]{\frac{1}{n} \sum_{lev} \delta_{lev}^3}, \quad (\text{H.4})$$

здесь  $\delta_{lev}$  - толщина перекрытия  $n$ -го этажа, м.

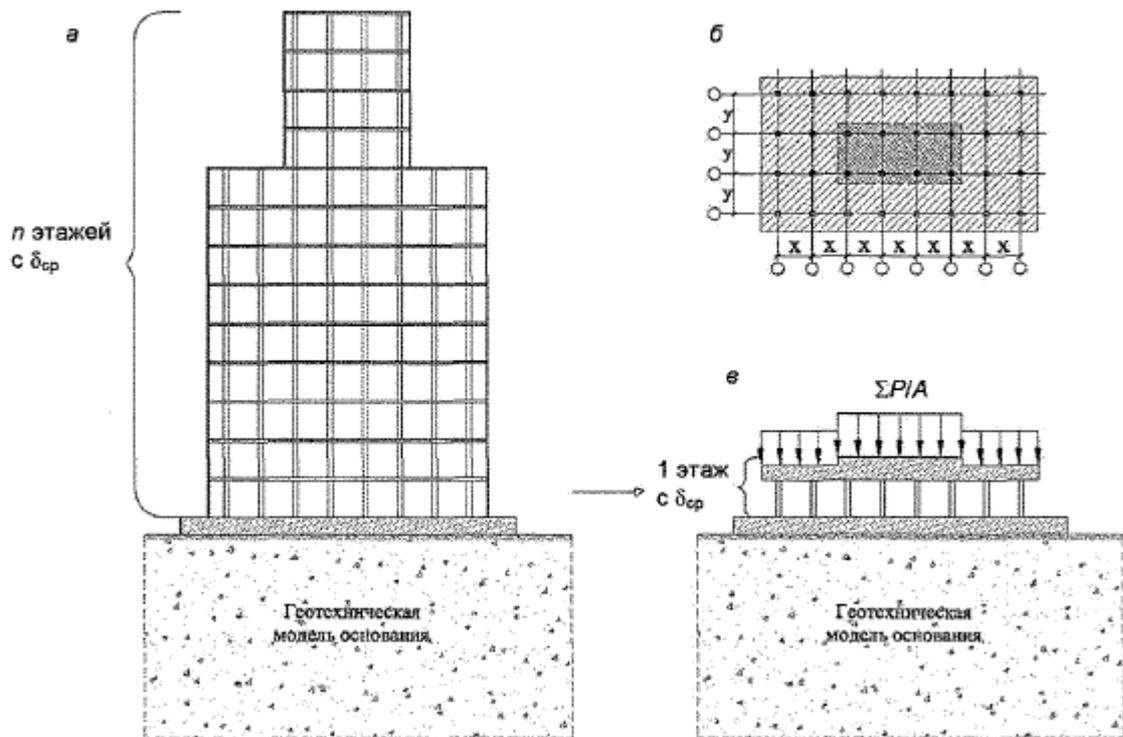
Н.7 В качестве вертикальных несущих конструкций используются колонны исходного здания, опирающиеся непосредственно на фундаментную плиту с жесткостью, равной средней среды вышележащих. С целью учета податливости колонн, а также для корректировки перераспределения усилий между колоннами с увеличением высоты здания при определении жесткости эквивалентного этажа вводится следующее условие. При высоте здания от 45 до 90 м осевая жесткость каждой из колонн эквивалентного этажа снижается на четверть, при высоте здания более 90 м уменьшается вдвое.

Н.8 На третьем этапе выполняется моделирование основания, фундамента и каркаса здания приведенной жесткости (рисунок Н.1). Каркас здания моделируется одним этажом с плитой

перекрытия толщиной, равной  $\delta_{пр}$  для каждого участка плиты. Сопряжения колонн с фундаментной плитой и плитой перекрытия осуществляется через жесткие вставки. Нагрузка задается равномерно распределенной по поверхности плиты. При этом для каждого участка плиты она должна определяться отдельно с учетом числа этажей и действующей на нее средней нагрузки.

Примечание - В случае расположения в плане здания участков с повышенными значениями нагрузки, превышающими 30% среднего значения, ее следует назначать отдельно.

Н.9 На четвертом этапе выполняется расчет фундамента и проверяется обеспечение конструктивных требований с учетом предельных состояний первой и второй групп. При необходимости конструктивные решения фундамента корректируют и расчет повторяют.

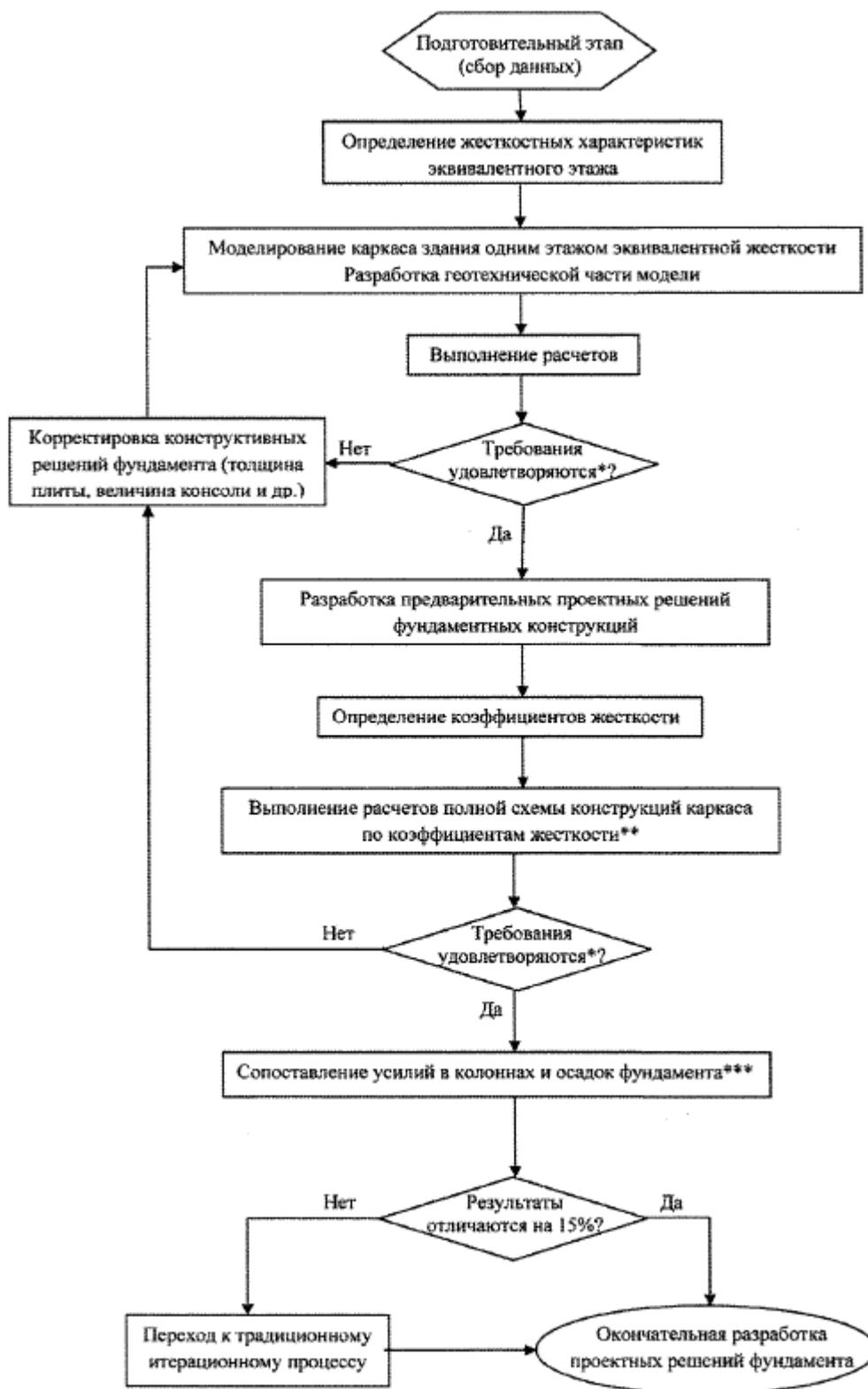


а - исходное здание с  $n$ -м числом этажей; б - план здания, разбитый на высотные участки; в - вид эквивалентного по жесткости этажа для выполнения расчетов

$n$  - число этажей со средней толщиной плиты перекрытия  $\delta_{ср}$ ;  $\delta_{пр}$  - приведенная толщина

плиты перекрытия;  $\sum P$  - сумма сил, действующих на участок площадью  $A$

Рисунок Н.1 - Моделирование каркаса здания



\* Конструктивные требования с учетом предельных состояний первой и второй группы.

\*\* Расчеты выполняются конструкторами каркаса здания.

\*\*\* Сопоставление результатов расчета здания с полной и эквивалентной жесткостью.

Рисунок Н.2 - Алгоритм выполнения совместных расчетов по разработанной методике".

