

НАО «Карагандинский технический университет  
имени Абылкаса Сагинова»

**Курс лекций**  
по дисциплине:

**«Основы геотехнического  
проектирования по Еврокоду»**  
для магистрантов

**ОП 7М07302 - «Строительство »**  
«Архитектурно-строительный факультет»  
Кафедра «Строительные материалы и  
технологии»



**Автор:**  
к.т.н.,  
**профессор Рахимов М.А.**

# **Расчетные модели по проектированию оснований по критическим предельным состояниям**

**Лекция № 5**

---

# Цель занятия

- ✓ Рассмотреть основные расчеты по критическим предельным состояниям оснований.
- ✓ Проанализировать методы вычисления несущей способности грунтов.
- ✓ Изучить полуэмпирического метода определения несущей способности грунта.
- ✓ Рассмотреть различные типы разрушения конструкции от перемещений фундаментов.

## План занятия:

- Расчет оснований по критическим предельным состояниям;
- Аналитический метод вычисления несущей способности грунта;
- Полуэмпирический метод определения несущей способности грунта.
- Нагрузки с большими эксцентрикитетами.
- Назначение глубины заложения фундамента.
- Расчет оснований по несущей способности.

# Расчет оснований по критическим предельным состояниям

Выбор строительной площадки осуществляется с учетом особенностей инженерно-геологических условий, исключающих:

- провала или чрезмерного оседания грунтов;
- опасности разлома грунтового основания;
- неустойчивости склона;
- остаточной осадки.

К расчетам по критическим предельным состояниям оснований относятся:

- потеря устойчивости;
- хрупкое, вязкое или иного характера разрушение;
- резонансные колебания;
- чрезмерные пластические деформации или деформации неустановившейся ползучести.

Расчет оснований по критическим предельным состояниям производится, исходя из условия:

---

$$V \leq R \quad (3.1)$$

$$V_d \leq R_d \quad (3.2)$$

При рассмотрении предельного состояния по разрушению или чрезмерным деформациям конструктивного элемента, поперечного сечения либо основания (STR и GEO) проверяют:

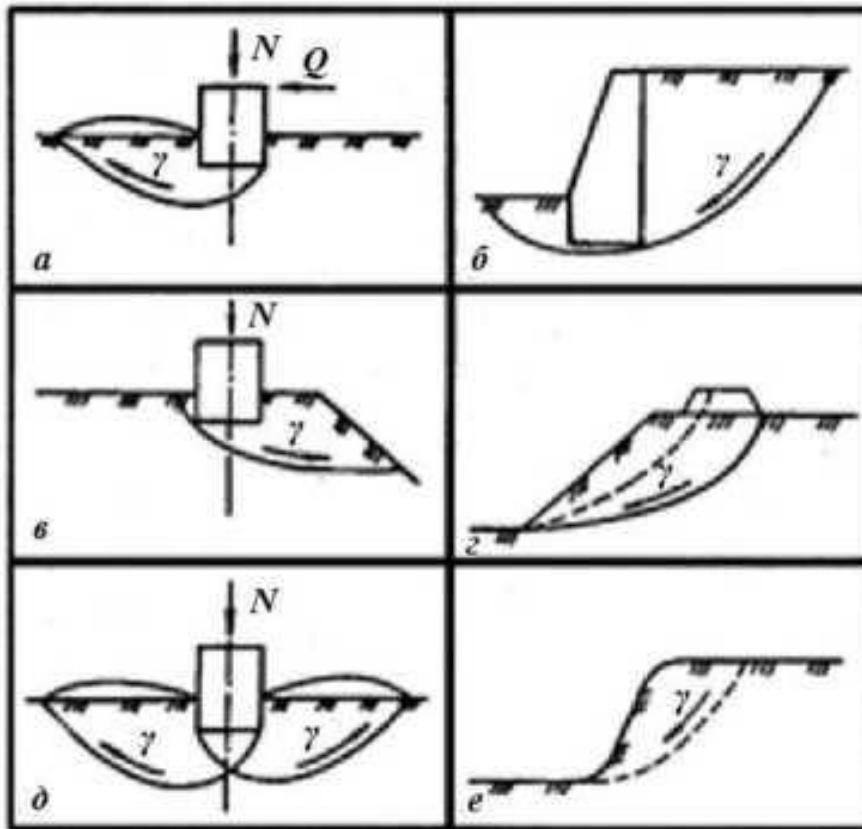
$$E_d \leq R_d \quad (3.3)$$

Целью расчета оснований по критическим предельным состояниям является обеспечение прочности и устойчивости нескальных и скальных оснований, а также сдвига фундаментов или опрокидывания.

Согласно нормативным документам (Еврокодам) расчет оснований по несущей способности производят в случаях если:

- на основание передаются значительные горизонтальные нагрузки;
- сооружение расположено на откосе или вблизи откоса;
- основание сложено медленно уплотняющимися водонасыщенными пылевато-глинистыми грунтами;
- основание сложено скальными грунтами;
- фундаменты работают на выдергивание.

Целью расчета оснований по критическим предельным состояниям является обеспечение прочности и устойчивости нескальных и скальных оснований, а также сдвига фундаментов или опрокидывания.



Расчет оснований по несущей способности производят в случаях, если:

- на основание передаются значительные горизонтальные нагрузки;
- сооружение расположено на откосе или вблизи откоса;
- основание сложено медленно уплотняющимися водонасыщенными пылевато-глинистыми грунтами;
- основание сложено скальными грунтами.
- фундаменты работают на выдергивание (анкерные).

Общую устойчивость при наличии или отсутствии фундаментов обязательно проверяют в следующих ситуациях:

- вблизи или на природном склоне или искусственном откосе;
- вблизи котлованов или подпорных стен;
- вблизи рек, каналов, озер, резервуаров или морского берега;
- вблизи горных выработок или заглубленных сооружений.

При определении несущей способности необходимо использовать общепризнанные методы. Используемая нормативная литература в Республике Казахстан рекомендует методы предельных состояний.

По Еврокоду «Геотехника - 7» расчет оснований вначале ведут по несущей способности, а затем проверяют допустимость деформаций.

В используемой нормативной литературе при проектировании в Казахстане первичным является расчет по деформациям, и только в определенных случаях проводится проверка несущей способности основания.

Факторы, учитываемые при расчете вертикальной несущей способности:

- прочность основания, обычно при проектных значениях  $c_u$ ,  $c'$  и  $\varphi$ ;
- эксцентричность и наклон проектных нагрузок;
- форма, глубина и наклон фундамента;
- наклон поверхности основания;
- давление грунтовых вод и гидравлические градиенты;
- неоднородность основания, особенно слоистость.

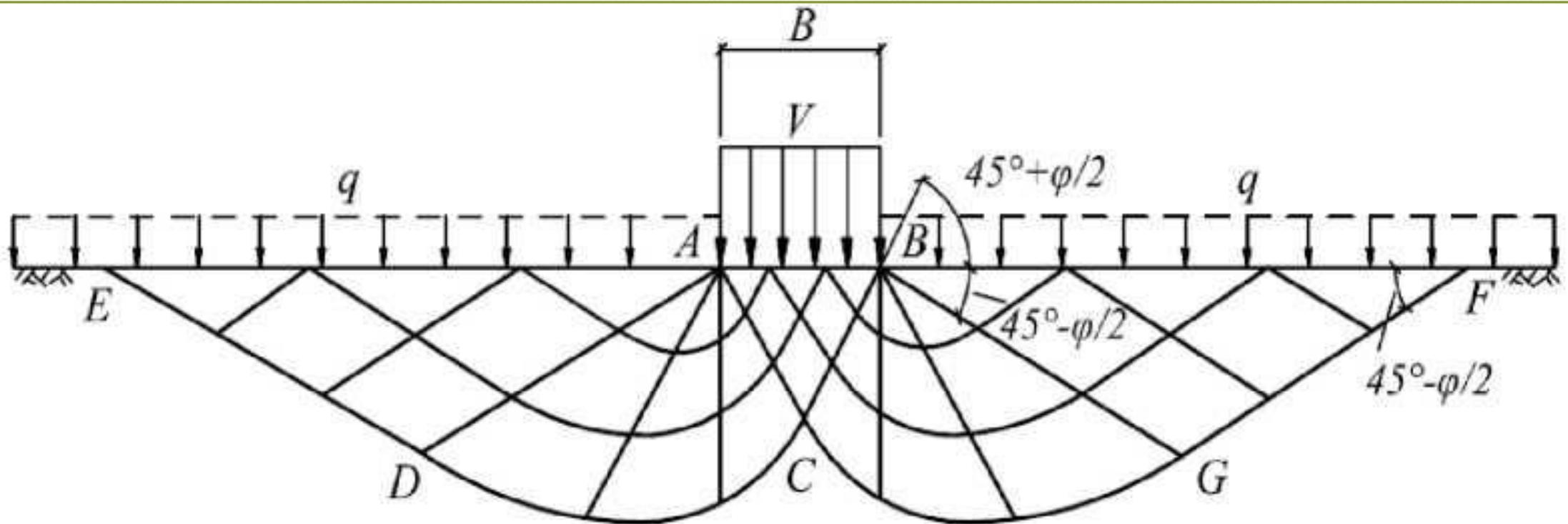


Схема расчетной модели для определения несущей способности основания

Несущая способность основания  $R$ , складывается из трех составляющих пассивного сопротивления грунта:

- компонента  $E_y$ , вызванного весом грунта в зонах BCG и BGF области отпора;
- компонента  $E_q$ , который вызывается весом грунта, залегающим между подошвой заглубленного фундамента и поверхностью грунта;
- компонента  $E_c$ , определяемого сцеплением грунта.

Расчетная формула по определению удельной несущей способности основания:

$$R_d = R / A = (\gamma B) / 2 \cdot N_y + c N_c + \gamma D_f N_q,$$

Общую устойчивость при наличии или отсутствии фундаментов обязательно проверяют в следующих ситуациях:

- вблизи или на природном склоне или искусственном откосе;
- вблизи котлованов или подпорных стен;
- вблизи рек, каналов, озер, резервуаров или морского берега;
- вблизи горных выработок или заглубленных сооружений.

При определении несущей способности необходимо использовать общепризнанные методы. Используемая нормативная литература в Республике Казахстан рекомендует методы предельных состояний.

По Еврокоду «Геотехника - 7» расчет оснований вначале ведут по несущей способности, а затем проверяют допустимость деформаций.

В используемой нормативной литературе при проектировании в Казахстане первичным является расчет по деформациям, и только в определенных случаях проводится проверка несущей способности основания.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Расчетные модели при проектировании оснований по критическим предельным состояниям являются основой для обеспечения надежности и безопасности строительных сооружений. Такой подход позволяет учитывать реальные физико-механические свойства грунтов, характер нагрузок и взаимодействие основания с сооружением. Применение расчетов по предельным состояниям первого и второго типа обеспечивает комплексную оценку несущей способности грунтового основания и допустимых деформаций. Это позволяет предотвратить разрушения, неравномерные осадки и другие нежелательные последствия, влияющие на устойчивость здания или сооружения. Современные методы моделирования и расчета позволяют инженерам более точно прогнозировать поведение основания под действием эксплуатационных нагрузок и внешних факторов. Таким образом, использование расчетных моделей по критическим предельным состояниям способствует рациональному проектированию, повышению долговечности и экономической эффективности строительных объектов.

## Темы для выполнения СРQ:

1. По каким факторам ведется расчет по критическим предельным состояниям оснований.
2. В каких ситуациях обязательно проверяют общую устойчивость при наличии или отсутствии фундаментов.
3. Факторы, учитываемые при расчете вертикальной несущей способности.
4. Провести пример расчета оснований в насыпных грунтах.

## Список рекомендуемой литературы

1. Бартолини Ф., Бургойнь Ж., Шукарев В. Еврокод 7. Геотехническое проектирование. Руководство по применению. — М.: АСВ, 2015. — 412 с.
2. Bond A., Harris A. Decoding Eurocode 7. — CRC Press, 2008. — 608 p.
3. Frank R., Bauduin C., Driscoll R., Kavvadas M., Krebs Ovesen N., Orr T., Schuppener B. Designer's Guide to Eurocode 7: Geotechnical Design. — ICE Publishing, 2004. — 216 p.
4. Orr T., Farrell E. Geotechnical Design to Eurocode 7. — Springer, 2012. — 410 p.
5. Бондаренко В.М., Шахраманьян М.А. Основы геотехники: Учебное пособие. — М.: АСВ, 2014. — 368 с.

## Список дополнительной литературы

1. Knappett J., Craig R. Craig's Soil Mechanics. — CRC Press, 2019. — 608 p.
2. Smith I., Griffiths D. Programming the Finite Element Method for Geotechnical Applications. — Wiley, 2014. — 472 p.
3. Буров А.Ю., Дьяконов В.М. Инженерная геотехника: основы и практика проектирования. — СПб.: Питер, 2018. — 350 с.
4. Воробьев А.В., Куликов В.А. Проектирование оснований и фундаментов по ЕвроКоду 7. — М.: Инфра-М, 2019. — 290 с.
5. Хенли У., Фелисити У. Практическое применение ЕвроКода 7 в геотехническом проектировании. — Лондон: Thomas Telford, 2016, 275 p.