0

***2012-2013уч.г.***

**Министерство образования и молодежной политики Рязанской области**

**Областное государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение «Ряжский дорожный техникум имени**

**Героя Советского Союза А.М. Серебрякова»**

**«ТЕХНИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА»**

**Специальность: 08.02.05. Строительство и эксплуатация**

**автомобильных дорог и аэродромов.**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

**ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ.**

**ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ**

**(Раздел 1. Теоретическая механика)**

**Автор:**

**Вашкина Галина Павловна**

**2018г.**

***Аннотация***

Методическая разработка является методическими указаниями для выполнения обязательных практических работ студентами очной формы

обучения по дисциплине «Техническая механика» по специальности 02.08.05 «Строительство и эксплуатация автомобильных дорог и аэродромов» и направлена на повышение качества образовательной подготовки студентов,

а также, предназначена для передачи положительного опыта и профессионального совершенствования работы преподавателей.

Данные методические указания помогут преподавателям дисциплины

«Техническая механика» разобраться в методической продукции и выбрать для себя нужный алгоритм своей методической работы

*Содержание*

*Лист*

Введение……………………………………………………………………………………………………..4

1. Основные положения ........................................................................……6

2. Информационное обеспечение……………………………………………………………10

2. Практическая работа №1

«Определение усилий в стержнях плоской фермы» ............................12 Практическая работа №2

«Определение опорных реакций простых балок».................................25

4. Практическая работа №3

«Определение опорных реакций консольных балок…………………………..31

5. Практическая работа №4

«Определение координат центра тяжести плоского сечения

геометрической формы» ....................................................................... 37

6. Практическая работа №5

«Определение координат центра тяжести плоского сечения,

составленного из прокатных профилей» .............................................. 43

7. Практическая работа №6

«Определение коэффициента устойчивости тела, опирающегося

на плоскость» ........................................................................................... 50

Заключение………………………………………………………………………………………………….86

Рецензия………………………………………………………………………………………………………87

- 3 –

***Введение***

Учебная дисциплина «Техническая механика» относится к общепрофессиональному циклу и предназначена для реализации Федерального государственного образовательного стандарта (ФГОС) среднего профессионального образования (СПО).

Целью учебной дисциплины является формирования базовых знаний для освоения специальных дисциплин по специальности 02.08.05. Строительство и эксплуатация автомобильных дорог и аэродромов.

Одной из форм организации учебного процесса является практическое занятие. Эффективность использования отведенного времени определяется целесообразным подборам заданий, рациональной методикой их выполнения и, безусловно, хорошей теоретической подготовкой.

Сформулированные ниже цели составляют основу практических работ студентов:

* развить умение и навыки применения теоретических знаний к решению практических вопросов
* закрепить и углубить знания по изучаемой дисциплине
* развить способности к самостоятельному техническому мышлению и анализу, развить понимание физических явлений
* развить технику вычислений
* развить навыки работы со справочной и технической литературой
* развить смелость в подходе к техническим вопросам и настойчивость в их решении
* приобрести навыки оформления технических расчетов.

Методические указания по выполнению обязательных аудиторных практических работ включают в себя: - название работы

- цель

- состав задания

- порядок выполнения

- основные положения

- методику решения

- пример расчета

- многовариантные исходные данные

- основные источники

- контрольные вопросы

- 4 -

Номер варианта соответствует списочному номеру в учебном журнале. По выполненным работам студентами выполняются отчеты. Порядок отчетности, общие рекомендации по расчетной и графической части работы, оформление титульного листа находятся на стенде в кабинете «Техническая механика».

Без выполненных и зачтенных практических работ итоговая оценка не

выставляется.

- 5 -

***1. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ***

**1.1. Вид, функции и цели практической работы**.

С модернизацией среднего профессионального образования (СПО) появляется новая цель образовательного процесса – воспитание компетентной личности, ориентированной, способной решать типичные проблемы и задачи исходя из приобретенного учебного опыта и адекватной оценки конкретной ситуации.

Для формирования ключевых компетенций студентов широкое применение находит такой ***вид***  аудиторной самостоятельной работы, как практическая работа, выполняемая под руководством преподавателя по заранее намеченному плану. В процессе решения поставленных задач, студент воспринимает и осмысливает изученный учебный материал, выполняет практическую работу и формулирует основные выводы.

Практическая работа выполняет ряд ***функций***,к которым относятся:

* ***Исследовательская*** (новый уровень профессионально-творческого мышления)
* ***Ориентирующая и стимулирующая*** (процессу обучения придается профессиональное направление);
* ***Развивающая*** (повышение культуры умственного труда, приобщение к творческим видам деятельности, обогащение интеллектуальных способностей студентов);
* ***Воспитывающая*** (формируются и развиваются профессиональные качества специалиста)

***Цели практической работы:***

Рабочая программа предусматривает выполнение студентами практических работ в объеме 44 часов, что составляет 30% от общего количества аудиторных часов.

Эффективность использования этого времени определяется целесообразным подборам заданий, необходимых для формирования у обучающихся профессиональных компетенций.

Сформулированные ниже цели относятся к решению задач, составляющих основу практических работ студентов:

- 6 –

* развить умение и навыки применения теоретических знаний к решению практических вопросов
* закрепить и углубить знания по изучаемой дисциплине
* развить способности к самостоятельному техническому мышлению и анализу, к самостоятельной творческой работе, развить понимание физических явлений
* развить технику вычислений
* развить навыки работы со справочной и технической литературой
* развить смелость в подходе к техническим вопросам и настойчивость в их решении
* приобрести навыки оформления технических расчетов.

Перечисленные выше цели нельзя рассматривать изолированно друг от друга, но все-таки, как при выборе самих заданий, так и при выборе методики их решения необходимо исходить из превалирующего значения одной цели над другой

***1.2.Методическое обоснование содержания и подбора заданий.***

В связи с поставленными целями весьма большую роль играет подбор заданий для практических работ. Объем и содержание работ разработаны в соответствии с рекомендуемым перечнем, предусмотренных Программой.

Расчетные схемы, поперечные сечения их элементов, виды внешних нагрузок наиболее характерны для конструкций и сооружений, встречающихся в строительстве, а именно в транспортных сооружениях (ПК 1.4) и зданиях на автомобильных дорогах.

Задания, выносимые для практической работы, относятся ко второй группе сложности, в которых физическая сущность вопроса достаточно ясна и методика решения в известной степени стандартна.

Подбор заданий базируется на так называемом номенклатурном списке, в котором указаны все вопросы, подлежащие освещению и иллюстрации.

В соответствии с рабочей программой по технической механике студент должен выполнить 22 работы по ключевым темам, что составляет 30% от учебной нагрузки по рабочему учебному плану, в том числе:

по теоретической механике:

Тема 1.2. Плоская система сходящихся сил

Тема 1.4. Плоская система произвольно расположенных сил

Тема 1.5. Центр тяжести

Тема 1.6. Устойчивость равновесия

- 7 -

Трудности выполнения заданий не могут служить причиной для их исключения, поэтому, для развития мыслительной способности, творческого подхода к техническим вопросам и повышения рейтинга, студент может получить дополнительные консультации.

***1.3. Порядок отчетности***

* Выполненную и оформленную в соответствии с методическими рекомендациями практическую работу студент сдает преподавателю в указанные сроки
* Незачётная практическая работа подлежит исправлению и повторной сдаче преподавателю на проверку
* Все замечания преподавателя должны быть по выполнению и оформлению практической работы должны быть исправлены в срок, указанный преподавателем
* Все практические работы, проверенные и подписанные, сдаются в форме сводного отчета преподавателю до итогового занятия
* Без выполнения практических работ итоговая оценка не

выставляется

***1.4. Порядок оформления***

Порядок оформления практической работы должен быть максимально приближен к требованиям оформления курсовых и дипломных проектов.

Расчетно-графическая работа должна содержать:

* Титульный лист
* Задание и исходные данные для выполнения ПР в соответствии с данными варианта
* Решение задачи с подробными пояснениями
* Чертежи
* Список основных (ОИ) и дополнительных (ДИ) источников

- 8 -

***Правила оформления текстовой части***

* Текстовая часть РГР выполняется на листах бумаги формата А4 по ГОСТ 2.301-68 (формат 210 х 297 мм)
* На первой странице текстового документа располагают основную надпись по ГОСТ 2.104-68 (форма 2)
* Текстовая часть работы выполняется по ГОСТ 2.105-95 ЕСКД «Общие требования к текстовым документам»
* Список основных и дополнительных источников должен быть составлен в соответствии с ГОСТ 7.И -84 «Библиографические описания документа. Общие требования и правила составления»

***Правила оформления графической части***

* Для выполнения графической части РГР рекомендуется использовать листы бумаги формата А4 по ГОСТ 2.301-68 (формат 210 х 297 мм)
* В нижней части листа располагают основную надпись по

ГОСТ 2.104-68 (форма 1)

* Чертежи выполняются :

а) карандашом на листах чертежной бумаги, в соответствующем масштабе, с нанесением всех геометрических и физических величин в соответствии с требованиями ЕСКД

б) с использованием ПЭВМ по ГОСТ 2.004-88 ЕСКД «Общие требования к выполнению документов на печатающих и графических устройствах вывода ЭВМ»

- 9 -

***1.5. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ***

***Основные источники (ОИ)***

***Таблица 1***

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Наименование | Автор | Издательство,  год издания |
| 1 | Техническая механика | Сафонова Г.Г., Артюховская Т.Ю., Ермаков Д.Е. | Москва. ИНФРА-М. 2010г. |
| 2 | Теоретическая механика | Никитин Е.М. | Москва. Наука. 1988г. |
| 3 | Техническая механика для строительных специальностей | Сетков В.И. | Москва. Академия. 2010г. |
| 4 | Сопротивление материалов | Улитин Н.С. | Москва. Высшая школа. 1975г. |
| 5 | Конспект лекций. |  |  |

**Дополнительные источники (ДИ)**

***Таблица 2***

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | Руководство к решению задач по теоретической механике | Аркуша А.И. | Москва. Высшая школа. 2002г. |
| 2 | Сопротивление материалов | Ицкович Г.М. | Москва. Высшая школа. 2001г. |
| 3 | Основы расчета элементов конструкций в примерах | Михайлов А.М. | Москва. Высшая школа. 1980г. |
| 4 | Сборник задач по технической механике | Сетков В.И. | Москва. Академия. 2010г |
| 5 | Сборник задач по технической механике | Улитин Н.С., Першин А.Н., Лауенбург Л.В. | Москва. Высшая школа. 1978г. |

- 10 -

***ОГБПОУ «Ряжский дорожный техникум»***

***Дисциплина:***

***«Техническая механика»***

**Тема 1.2. Плоская система сходящихся сил**

**ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №1**

***Определение усилий в стержнях плоской фермы***

***РДТ 05 1 ОП.02 01 \_\_\_***

***Выполнил:***

***студент группы\_\_\_\_\_\_\_\_\_***

***\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_***

***Проверил:***

***преподаватель Вашкина Г.П.***

***2018г.***

***ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №1***

*Тема 1.2. Плоская система сходящихся сил*

***Определение усилий в стержнях плоской фермы***

***Цель:*** *- закрепить знания условий равновесия плоской системы сходящихся сил и приобрести практические навыки в определении внутренних усилий стержневых систем*

***Состав задания:***

*- определить усилия в стержневой системе аналитическим методом*

*- определить усилия в стержнях 1 и 2 графическим методом*

*- сравнить результаты двух решений*

*- определить относительную погрешность двух решений*

***1. Порядок выполнения***

* 1. Ознакомиться с составом задания
  2. Выбрать вариант по таблице вариантов
  3. Ознакомиться с методикой решения задачи
  4. Выполнить аналитическое решение задачи
  5. Выполнить графическое решение задачи
  6. Сравнить результаты двух решений
  7. Определить относительную погрешность двух решений

в стержнях 1 и 2

1.8. Оформить выполненное задание в виде отчета (формат А4)

***2. Основные положения***

Система сил называется сходящейся, если их линии действия пересекаются в одной точке

пучок сил

Равновесие системы сходящихся сил обеспечивают геометрическое и аналитическое условия равновесия.

- 12 -

***Геометрическое условие равновесия (одно):***

- замыкаемость силового многоугольника есть единственное (необходимое и достаточное) геометрическое условие равновесия плоской системы сходящихся сил.

***Аналитические условия равновесия (два):***

- алгебраическая сумма проекций всех сил на ось Х равна нулю

***-***  алгебраическая сумма проекций всех сил на ось Y равна нулю

При определении усилий в стержневых системах необходимо помнить:

* усилия в стержнях направлены вдоль самих стержней
* растягивающим усилиям приписывают знак «+», сжимающим -

знак «-»

* растягивающие усилия направлены от рассматриваемого узла, сжимающие - к узлу
* на начальном этапе решения задачи усилия принимаем растягивающими, то есть направленными от узла. Окончательное решение о работе стержней принимаем по конечному результату.

***3. Методика расчета***

***3.1. Аналитическое решение***

Определение усилий в многостержневой системе производится последовательным вырезанием узлов системы и рассмотрением их равновесия.

При этом необходимо помнить, что исходя из количества уравнений равновесия (их два) можно рассматривать равновесие того узла, где сходятся не более двух неизвестных усилий. Это условие определяет порядок вырезания узлов.

1. Ввести обозначение стержней и узлов. Стержни обозначить цифрами

(1, 2, 3 и т. д.) , узлы - буквами (А, В, С и т. д.).

2. Выбрать точку (узел) равновесие которого рассматривается

3. Отбросить внешние связи узла и изобразить все действующие на

него активные силы и реакции связей

- 13 -

4. Выбрать рациональное расположение осей координат - одну ось

направить по какому- либо неизвестному усилию, другую ось - ей

перпендикулярно.

5. Составить уравнения равновесия, используя следующие условия:

6. Решить эти уравнения относительно неизвестных величин

7. Сделать вывод о работе стержня. При этом надо руководствоваться

тем, что если в результате вычисления усилие имеет положительное

значение, то стержень растянут, если отрицательное - стержень сжат

8. Указать знаки усилий на схеме стержневой системы

***3.2. Графическое решение***

1. Выбрать масштаб сил:
2. Построить замкнутый силовой многоугольник. Построение начать с известной силы или усилия, откладывая их из произвольной точки в выбранном масштабе, сохраняя направление. Если известных усилий несколько, построение силового многоугольника начинают с них
3. Из начала первой силы и конца последней провести две прямые параллельные искомым усилиям до их взаимного пересечения. Замыкающие стороны многоугольника и есть искомые усилия
4. Указать направление искомых усилий (по обводу многоугольника)
5. Измерить длины замыкающих сторон многоугольника и умножить на масштаб сил, тем самым определить усилия в стержнях
6. Сделать вывод о работе стержней. При этом надо руководствоваться следующим:

- если направление усилия на расчетной схеме совпадает с направлением данного усилия на силовом многоугольнике, то стержень испытывает растяжение, если направления противоположны, то - сжатие

1. Сравнить результаты двух решений (аналитического и графического) и вычислить относительную погрешность графического решения в процентах по формуле:

Относительная погрешность не должна превышать 5

- 14 -

8. Составить сравнительную таблицу усилий в стержнях системы

***Сравнительная таблица результатов решений***

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| *№ п/п* | *Решение* |  |  |
| *1* | *Аналитическое* |  |  |
| *2* | *Графическое* |  |  |
| *3* | *Относительная погрешность,* |  |  |

- 15 -

***4. Пример расчета***

***Задание.***

*- определить усилия в стержневой системе аналитическим*

*методом*

*- определить усилия в стержнях 1 и 2 графическим методом*

*- сравнить результаты двух решений*

*- определить относительную погрешность двух решений*

*в стержнях 1и 2*

*P2*

*P1*

*a =2м*

*P1 = 20кН*

*P2 = 50кН*

*P3 = 40кН*

*a*

*P3*

*a*

*a*

*a*

*1. Аналитическое решение*

1. Введем обозначение стержней и узлов

*6*

*5*

*4*

*3*

*2*

*1*

*P3 = 40кН*

*P1 = 20кН*

*P2 = 50кН*

*2м*

*2м*

*2м*

А

Е

В

*D*

С

*2м*

- 16 -

1. Рассмотрим последовательно равновесие узлов стержневой системы. Расчет начинаем с узла «В», так как к нему сходятся всего два стержня.

***Узел В.***

* вырезаем узел «В» и прикладываем к нему внешнюю силу и внутренние усилия , предполагая их растягивающими, то есть направленными от узла.

- назначаем оси координат: ось *Х* направляем по усилию ось *Y -* перпендикулярно к ней

*В*

*Y*

*Х*

Угол получаем из геометрических размеров расчетной схемы

* составляем уравнения равновесия системы сходящихся сил:
* решаем систему уравнений относительно неизвестных величин

Знак (-) показывает, что стержень *ВЕ* испытывает сжатие

(растяжение)

***Узел D***

* вырезаем узел «D», так как к нему сходятся стержни с двумя неизвестными усилиями .

- 17 -

Направление известного усилия показываем истинным.

Направление неизвестных усилий предполагаем растягивающими и направленными от узла

*Y*

*D*

*Х*

* составляем уравнения равновесия:
* решаем систему уравнений:

(растяжение)

(сжатие)

***Узел Е***

* вырезаем узел «Е» и рассматриваем его равновесие. Направление

известного усилия показываем истинным (к узлу). Направление неизвестных усилий предполагаем растягивающими и направленными от узла.

* принимаем рациональное расположение осей координат: ось *Х* направляем по стержню 1, ось Y - перпендикулярно оси *Х*

*Y*

*Х*

- 18 -

Решаем систему уравнений:

(растяжение)

(сжатие)

*2. Графическое решение*

* выбираем масштаб сил
* строим силовой треугольник. Построение начинаем с известной силы , откладывая ее в выбранном масштабе, сохраняя направление
* из начала и конца силы проводим две прямые параллельные искомым усилиям до их взаимного пересечения
* показываем направление искомых усилий по обводу треугольника
* применяя масштаб сил, определяем значения усилий в стержнях
* делаем вывод о работе стержней
* сравниваем результаты графического и аналитического решений и вычисляем относительную погрешность графического решения:

* составляем сравнительную таблицу усилий в стержнях системы

- 19 -

***Сравнительная таблица результатов решений***

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| *№ п/п* | *Решение* |  | , кН |
| *1* | *Аналитическое* | -28,3 | 20 |
| *2* | *Графическое* | -27,8 | 19,8 |
| *3* | *Относительная погрешность,* | 1,8 | 1 |

- 2 0 -

***Масштаб сил***

***Узел «В»***

**◦**

***(сжатие)***

***(растяжение)***

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  | ***РДТ 05 1 ОП.02 01 \_\_\_*** | | | |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  | ***Практическая работа №1*** | | | |
|  |  |  |  |
| ***Разраб.*** |  |  |  | ***Определение усилий в стержнях плоской фермы*** | ***Стад.*** | ***Лист.*** | ***Листов*** |
| ***Провер.*** |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  | ***Графическое решение*** | ***Гр. \_\_\_\_\_\_*** | | |
| ***Н.Конт.*** |  |  |  |
| ***Утв.*** |  |  |  |

***Исходные данные к практической работе №1***

***Таблица вариантов заданий***

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *Схема* | *Вариант* |  |  |  |  |
|  | 1 | 45 | 73 | 53 | 2,0 |
| 2 | 52 | 46 | 58 | 2,5 |
| 3 | 38 | 53 | 71 | 3,0 |
| 4 | 54 | 71 | 37 | 2,0 |
| 5 | 64 | 54 | 48 | 2,5 |
| 6 | 35 | 45 | 65 | 3,0 |
| 7 | 47 | 66 | 56 | 2,0 |
| 8 | 39 | 72 | 48 | 2,5 |
| 9 | 53 | 58 | 60 | 3,0 |
| 10 | 63 | 54 | 43 | 2,0 |
| 11 | 46 | 55 | 62 | 2,5 |
| 12 | 55 | 82 | 40 | 3,0 |
| 13 | 38 | 56 | 46 | 2,0 |
| 14 | 42 | 50 | 66 | 2,5 |
| 15 | 40 | 58 | 70 | 3,0 |
| 16 | 51 | 55 | 74 | 2,0 |
| 17 | 50 | 66 | 35 | 2,5 |
| 18 | 66 | 51 | 40 | 3,0 |
| 19 | 56 | 64 | 46 | 2,0 |
| 20 | 44 | 70 | 50 | 2,5 |
| 21 | 57 | 62 | 38 | 3,0 |
| 22 | 64 | 50 | 44 | 2,0 |
| 23 | 58 | 49 | 40 | 2,5 |
| 24 | 48 | 63 | 55 | 3,0 |
| 25 | 37 | 80 | 65 | 2,0 |
| 26 | 60 | 37 | 57 | 2,5 |
| 27 | 65 | 70 | 55 | 3,0 |
| 28 | 85 | 50 | 30 | 2,0 |
| 29 | 96 | 60 | 48 | 2,5 |
| 30 | 70 | 35 | 50 | 3,0 |

***Основные источники (ОИ):***

*1. Сафонова Г.Г., Артюховская Т.Ю., Ермаков Д.Е. Теоретическая механика.*

*Москва. ИНФРА-М. 2010г. §§ 1.2.8. Стр. 20 – 22*

*2. Сетков В.И. Техническая механика для строительных специальностей. Москва.*

*Академия. 2010 г. § 1.3.2. Стр. 53 – 57*

*3. Конспект лекций*

*- 22 –*

***Контрольные вопросы***

1. *Какие тела называются свободными? Несвободными?*
2. *Что называется связью?*
3. *Дайте определение силе, укажите параметры, определяющие силу как вектор, единицы измерения силы в системе СИ.*
4. *Какие системы сил называются эквивалентными?*
5. *Какая сила называется равнодействующей, уравновешивающей?*
6. *Что называется реакцией связи? Назовите основные типы связей и направление их реакций.*
7. *Какая система называется сходящейся?*
8. *Сформулируйте правило треугольника и многоугольника сил.*
9. *Сформулируйте геометрическое условие равновесия плоской системы сходящихся сил.*
10. *Что называется проекцией силы на ось, как определяется знак проекции? В каком случае проекция силы на ось равна нулю?*
11. *Сформулируйте аналитические условия равновесия плоской системы сходящихся сил.*

- 23 -

***ОГБПОУ «Ряжский дорожный техникум»***

***Дисциплина:***

***«Техническая механика»***

**Тема 1.4. Плоская система произвольно расположенных сил**

**ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №2**

***Определение опорных реакций простых балок***

**ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №3**

***Определение опорных реакций консольных балок***

***РДТ 05 1 ОП.02 01 \_\_\_***

***Выполнил:***

***студент группы\_\_\_\_\_\_\_\_\_***

***\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_***

***Проверил:***

***преподаватель Вашкина Г.П.***

***2018г.***

***ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2***

*Тема 1.4. Плоская система произвольно расположенных сил*

***Определение опорных реакций простых балок***

***Цель:*** *- закрепить знания условий равновесия плоской системы произвольно расположенных сил и приобрести необходимые практические навыки и умения в определении опорных реакций в простых балках*

***Состав задания:***

*- определить опорные реакции в простой балке*

*- выполнить проверку правильности решения задачи*

***1. Порядок выполнения***

* 1. Ознакомиться с составом задания
  2. Выбрать исходные данные по таблице вариантов
  3. Ознакомиться с методикой решения задачи
  4. Выполнить аналитическое решение задачи
  5. Выполнить проверку правильности решения задачи
  6. Оформить выполненное задание в виде отчета (формат А4)

***2. Основные положения***

Как известно, любую плоскую систему сил можно привести к главному вектору и главному моменту .

Если же система уравновешена, то и =0. Эти равенства выражают два необходимых и достаточных условий равновесия плоской системы сил.

Для произвольной плоской системы сил из этих двух условий непосредственно получаем три уравнения равновесия:

При решении некоторых задач одно или оба уравнений проекций целесообразно заменить уравнениями моментов относительно каких-либо

точек, то есть систему уравнений равновесия можно представить в виде:

или

- 25-

В задачах, решаемых при помощи уравнений равновесия, рассматриваются тела, находящиеся в состоянии покоя, тогда система сил, действующих на тело, уравновешена.

Нагрузки, как правило, бывают заданы. Они имеют числовые значения, точку приложения к телу и направление их действия

В рассматриваемой задаче будем рассматривать три разновидности нагрузок:

1. Сосредоточенная сила:
2. Сосредоточенные пары сил:
3. Равномерно распределенные силы:

Все аксиомы и положения статики справедливы для сосредоточенных сил, поэтому при решении задачи равномерно распределенную нагрузку обходимо предварительно заменить ее равнодействующей, которая приложена в центре тяжести, то есть делит длину загружения пополам и равна произведению интенсивности на длину загружения :

В задаче требуется определить опорные реакции балки, поэтому необходимо знать:

1. Шарнирно-подвижная опора препятствует лишь поступательному перемещению тела перпендикулярно опорной поверхности и, следователь-

но, накладывает на него одну связь. Реакция такой опоры перпендикулярна опорной поверхности:

- 26 –

2. Шарнирно-неподвижная опора накладывает на тело две связи и препятствует поступательным перемещениям вдоль обеих координатных осей. Опорные реакции содержат две составляющие:

3. Жесткая заделка накладывает на тело три связи и препятствует поступательным перемещениям вдоль обеих координатных осей и вращательному движению относительно шарнира А. Такая связь дает три реакции: вертикальную, горизонтальную и реактивный момент:

***2. Методика решения задачи***

1. Изображаем расчетную схему балки, соблюдая линейный масштаб.

2. Освобождаем мысленно балку от связей, а их действия заменяем

реакциями, указав их на расчетной схеме.

3. Заменяем равномерно распределенную нагрузку равнодействующей.

4. Составляем уравнения равновесия, удобные для заданной задачи.

5. Решаем уравнения равновесия относительно неизвестных опорных

реакций.

6. Делаем проверку правильности решения.

- 27 -

***2. Пример расчета***

***Задание.***

* определить опорные реакции в однопролетной статически определимой балке
* выполнить проверку правильности определения опорных реакций

1. ***Решение***

1. Освобождаем мысленно балку от связей, а их действие заменяем их реакциями

2. Определяем равнодействующую равномерно распределенной нагрузки

3. Определяем опорную реакцию

Составляем уравнение равновесия:

, отсюда

4. Определяем опорную реакцию

Составляем уравнение равновесия:

;

Подставляем числовые значения всех известных величин и решаем уравнение относительно неизвестной реакции

- 28 -

5. Определяем опорную реакцию

Составляем уравнение равновесия:

;

Подставляем числовые значения всех известных величин и решаем уравнение относительно неизвестной реакции

6. Делаем проверку правильности решения

Составляем уравнение равновесия:

;

***Вывод:***

***проверка выполнена, следовательно, реакции определены верно***

- 29 –

***Исходные данные к практической работе №2***

***Расчетная схема:***

***Таблица вариантов заданий***

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***Вариант*** | P,  кН | q,  кН/м | M, кН∙м | a, м | b, м | c, м | ***Вариант*** | *P,*  *кН* | *q, кН/м* | *M, кН∙м* | *a, м* | *b, м* | *c, м* |
| 1 | 22 | 4 | 10 | 2 | 6 | 2 | 16 | 25 | 2 | 12 | 4 | 4 | 2 |
| 2 | 18 | 6 | 12 | 1 | 7 | 2 | 17 | 21 | 4 | 10 | 3 | 5 | 2 |
| 3 | 34 | 8 | 14 | 1 | 6 | 3 | 18 | 16 | 4 | 16 | 5 | 4 | 1 |
| 4 | 30 | 2 | 16 | 3 | 4 | 3 | 19 | 33 | 6 | 18 | 6 | 3 | 1 |
| 5 | 28 | 6 | 18 | 3 | 5 | 2 | 20 | 44 | 8 | 14 | 7 | 2 | 1 |
| 6 | 24 | 8 | 20 | 2 | 5 | 3 | 21 | 12 | 4 | 20 | 2 | 6 | 2 |
| 7 | 40 | 4 | 22 | 1 | 6 | 4 | 22 | 17 | 2 | 10 | 2 | 5 | 3 |
| 8 | 32 | 2 | 20 | 1 | 8 | 1 | 23 | 23 | 2 | 16 | 1 | 6 | 3 |
| 9 | 26 | 2 | 18 | 2 | 7 | 1 | 24 | 18 | 4 | 14 | 4 | 4 | 2 |
| 10 | 14 | 4 | 16 | 3 | 3 | 4 | 25 | 10 | 8 | 18 | 3 | 5 | 2 |
| 11 | 15 | 6 | 14 | 4 | 4 | 2 | 26 | 11 | 6 | 12 | 5 | 3 | 2 |
| 12 | 27 | 4 | 12 | 3 | 5 | 2 | 27 | 19 | 4 | 22 | 4 | 4 | 2 |
| 13 | 20 | 8 | 20 | 2 | 5 | 3 | 28 | 36 | 2 | 10 | 3 | 6 | 1 |
| 14 | 17 | 2 | 22 | 5 | 4 | 1 | 29 | 26 | 2 | 12 | 3 | 5 | 2 |
| 15 | 35 | 2 | 10 | 4 | 5 | 1 | 30 | 24 | 4 | 16 | 5 | 4 | 1 |

***Основные источники (ОИ):***

*1. Сафонова Г.Г., Артюховская Т.Ю., Ериаков Д.Е. Теоретическая механика.*

*Москва. ИНФРА-М. 2010г. §§ 1.4.7. Стр. 39– 40*

*2. Сетков В.И. Сборник задач по технической механике. Москва.*

*Академия. 2012 г. § 1.2. Стр. 17 – 20*

*3. Конспект лекций*

- 30-

**ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №3**

*Тема 1.4. Плоская система произвольно расположенных сил*

***Определение опорных реакций консольных балок***

***Цель:*** *- закрепить знания условий равновесия плоской системы произвольно расположенных сил и приобрести практические навыки и умения в определении опорных реакций консольных балок*

***Состав задания:***

*- определить опорные реакции в консольной балке*

*- выполнить проверку правильности решения задачи*

***1. Порядок выполнения***

1.1. Ознакомиться с составом задания

1.2. Выбрать исходные данные по таблице вариантов

1.3. Ознакомиться с методикой решения задачи

1.4. Выполнить аналитическое решение задачи

1.5. Выполнить проверку правильности решения задачи

1.6. Оформить выполненное задание в виде отчета (формат А4)

***2. Методика решения задачи***

1. Изображаем расчетную схему балки, соблюдая линейный масштаб.

2. Освобождаем мысленно балку от связи, а её действие заменяем

реакциями, указав их на расчетной схеме.

3. Заменяем равномерно распределенную нагрузку равнодействующей.

4. Составляем уравнения равновесия, удобные для заданной задачи.

5. Решаем уравнения равновесия относительно неизвестных опорных

реакций.

6. Делаем проверку правильности решения.

- 31 -

***3. Пример расчета***

***Задание.***

* определить опорные реакции в консольной балке
* выполнить проверку правильности определения опорных реакций

***Расчетная схема консольной балки:***

***1. Решение***

1. Освобождаем мысленно балку от связей, а их действие заменяем их реакциями

2. Определяем равнодействующую равномерно распределенной нагрузки

3. Определяем опорную реакцию

Составляем уравнение равновесия:

, отсюда

4. Определяем опорную реакцию

Составляем уравнение равновесия:

Решаем уравнение:

5. Определяем реактивный момент

Составляем уравнение равновесия:

- 32 -

Решаем уравнение:

6. Выполняем проверку вычислений:

Составляем уравнение равновесия:

***Вывод:***

***проверка выполнена, следовательно, реакции определены верно***

- 33 -

***Исходные данные к практической работе №3***

***Расчетная схема консольной балки:***

***Таблица вариантов заданий***

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***Вариант*** | P,  кН | q,  кН/м | M, кН∙м | a, м | b, м | c, м | ***Вариант*** | *P,*  кН | *q, кН/м* | *M,* кН∙м | a, м | b, м | c, м |
| 1 | 22 | 4 | 10 | 2 | 6 | 2 | 16 | 25 | 2 | 12 | 4 | 4 | 2 |
| 2 | 18 | 6 | 12 | 1 | 7 | 2 | 17 | 21 | 4 | 10 | 3 | 5 | 2 |
| 3 | 34 | 8 | 14 | 1 | 6 | 3 | 18 | 16 | 4 | 16 | 5 | 4 | 1 |
| 4 | 30 | 2 | 16 | 3 | 4 | 3 | 19 | 33 | 6 | 18 | 6 | 3 | 1 |
| 5 | 28 | 6 | 18 | 3 | 5 | 2 | 20 | 44 | 8 | 14 | 7 | 2 | 1 |
| 6 | 24 | 8 | 20 | 2 | 5 | 3 | 21 | 12 | 4 | 20 | 2 | 6 | 2 |
| 7 | 40 | 4 | 22 | 1 | 6 | 4 | 22 | 17 | 2 | 10 | 2 | 5 | 3 |
| 8 | 32 | 2 | 20 | 1 | 8 | 1 | 23 | 23 | 2 | 16 | 1 | 6 | 3 |
| 9 | 26 | 2 | 18 | 2 | 7 | 1 | 24 | 18 | 4 | 14 | 4 | 4 | 2 |
| 10 | 14 | 4 | 16 | 3 | 3 | 4 | 25 | 10 | 8 | 18 | 3 | 5 | 2 |
| 11 | 15 | 6 | 14 | 4 | 4 | 2 | 26 | 11 | 6 | 12 | 5 | 3 | 2 |
| 12 | 27 | 4 | 12 | 3 | 5 | 2 | 27 | 19 | 4 | 22 | 4 | 4 | 2 |
| 13 | 20 | 8 | 20 | 2 | 5 | 3 | 28 | 36 | 2 | 10 | 3 | 6 | 1 |
| 14 | 17 | 2 | 22 | 5 | 4 | 1 | 29 | 26 | 2 | 12 | 3 | 5 | 2 |
| 15 | 35 | 2 | 10 | 4 | 5 | 1 | 30 | 24 | 4 | 16 | 5 | 4 | 1 |

***Основные источники (ОИ):***

*1. Сафонова Г.Г., Артюховская Т.Ю., Ериаков Д.Е. Теоретическая механика.*

*Москва. ИНФРА-М. 2010г. §§ 1.4.5. Стр. 38-39*

*3. Конспект лекций*

- 34 -

***Контрольные вопросы***

1. *Что означает привести силу к данному центру?*
2. *Что называется главным вектором и главным моментов плоской системы произвольно расположенных сил?*
3. *Сформулируйте условия равновесия плоской системы произвольно расположенных сил*
4. *Какие уравнения можно составить для уравновешенной системы сил?*
5. *Сформулируйте теорему Вариньона.*
6. *Назовите типы опор балочных систем и их реакции.*
7. *Перечислите различные виды нагрузок на балку, их единицы измерения.*
8. *Что называется моментом силы относительно точки? Каковы его знак и размерность?*
9. *В каком случае момент силы относительно точки равен нулю?*
10. *Что называется проекцией силы на ось? Чему равны проекции силы на две взаимно перпендикулярные оси? Правило знаков.*

- 35 -

***ОГБПОУ «Ряжский дорожный техникум»***

***Дисциплина:***

***«Техническая механика»***

**Тема 1.6. Центр тяжести**

**ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №4**

***«Определение координат центра тяжести плоского***

***сечения геометрической формы»***

**ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №5**

***«Определение координат центра тяжести плоского***

***сечения, составленного из прокатных профилей»***

***РДТ 05 1 ОП.02 01 \_\_\_***

***Выполнил:***

***студент группы\_\_\_\_\_\_\_\_\_***

***\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_***

***Проверил:***

***преподаватель Вашкина Г.П.***

***2018г.***

***ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 4***

*Тема 1.7. Центр тяжести*

*«Определение координат центра тяжести плоского сечения*

*геометрической формы»*

***Цель:*** *- приобрести необходимые практические навыки и умения в определении координат центра тяжести плоского сечения геометрической формы, имеющего ось симметрии*

***Состав задания:***

*- определить координаты центра тяжести заданного сечения*

*геометрической формы*

*- указать положение центра тяжести на заданном сечении*

***1. Порядок выполнения***

1. Ознакомиться с составом задания

2. Выбрать исходные данные по таблице вариантов

3. Ознакомиться с методикой решения задачи

4. Выполнить аналитическое решение задачи

5. Оформить выполненное задание в виде отчета (формат А)

***2. Основные положения***

По закону всемирного тяготения на все частицы тела, находящегося вблизи земной поверхности, действуют силы притяжения их к Земле, то есть силы их тяжести.

***Равнодействующая сил тяжести всех отдельных частиц тела называется силой тяжести тела.***

Центр тяжести находится в совершенно определенной для каждого тела точке при изменении положения самого тела.

***Центр тяжести тела есть такая, неизменно связанная с этим телом, точка, через которую проходит линия действия силы тяжести данного тела при любом положении тела в пространстве.***

На практике часто приходится определять положение центра тяжести плоских фигур. Такие фигуры можно представить себе как тонкие однородные пластины, толщиной которых можно пренебречь. Объёмы отдельных частиц такой пластины пропорциональны площадям соответствующих элементов фигуры, и координаты ее центра тяжести будут зависеть только от площади фигуры и ее формы.

***Центр тяжести однородной тонкой пластины постоянной толщины, имеющей очертание плоской фигуры, называется центром тяжести площади плоской фигуры.***

- 37 -

Координаты центра тяжести площади плоской фигуры определяют по формулам:

где - площадь произвольного элемента фигуры (простой геометрической фигуры), - координаты центра тяжести площади простой геометрической фигуры, - площадь всей фигуры.

У1

***Необходимо помнить:***

При определении центра тяжести площадей плоских фигур, имеющих ось симметрии, необходимо руководствоваться тем, что центр тяжести лежит на этой оси.

***Положение центра тяжести площади простых геометрических сечений***

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Фигура | Площадь,  А | Абсциссы  центра тяжести | | Ординаты  центра тяжести | |
| Х1 | Х2 | У1 | У2 |
| b  Х2  Х1  h  У2  С |  |  |  |  |  |
| С  Х2  Х1  У2  С  h  У1  b |  |  |  |  |  |
| Х1  Х2  У2  h  У1  b |  |  |  |  |  |
| С  R |  |  |  |  |  |

- 38 -

***3. Методика решения задачи***

1. Изображаем расчетную схему сечения, соблюдая масштаб

2. Проводим вспомогательные оси *X* и *Y*

3. Разбиваем сечение на простые геометрические сечения

4. Определяем площади простых сечений

5. Определяем координаты центров тяжести простых сечений в выбранной

системе координат

6. Вычисляем координаты центра тяжести заданного сечения

7. На заданном сечении показываем положение центра тяжести

***4. Пример расчета***

***Задание.***

* определить координаты центра тяжести сложного сечения геометрической формы, имеющего ось симметрии

***Расчетная схема:***

h3

h2

h1

b

b

a

a

***Решение***

1. Чертим заданное геометрическое сечение в масштабе

2. Проводим вспомогательные оси: ось *Y* проводим по оси симметрии,

ось *Х* - по нижней грани сечения

3. Разбиваем заданное сечение на простые геометрические сечения:

1. Прямоугольник с центром тяжести С1
2. Прямоугольник с центром тяжести С2
3. Треугольник с центром тяжести С3

- 39 -

4. Определяем площади простых геометрических сечений

Общая площадь:

5. Находим координаты центра тяжести простых геометрических сечений

в выбранной системе координат

6. Определяем центр тяжести заданного сечения

7. Наносим на заданное сечение центр тяжести С (0; 5,1)

- 40 -

**С3**

**С**

**С1**

**С2**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  | ***РДТ 05 1 ОП.02 01 \_\_\_*** | | | |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  | ***Практическая работа №4*** | | | |
|  |  |  |  |
| ***Разраб.*** |  |  |  | ***Определение координат***  ***центра тяжести*** | ***Стад.*** | ***Лист*** | ***Листов*** |
| ***Провер.*** |  |  |  |  | ***1*** |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  | ***Сечение геометрической формы*** | ***Гр. \_\_\_\_\_*** | | |
| ***Н.Конт.*** |  |  |  |
| ***Утв.*** |  |  |  |

***Исходные данные к практической работе №4***

***Расчетная схема:***

h3

h2

h1

b

b

a

a

***Таблица вариантов заданий***

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***Вариант*** | a, cм | b, cм | h1, cм | h2, cм | h3, cм | ***Вариант*** | *a, м* | *b, м* | h1, cм | h2, cм | h3, cм |
| 1 | 2,8 | 1,5 | 1 | 8 | 3 | 16 | 3,0 | 1,5 | 2,0 | 6,2 | 3 |
| 2 | 3,3 | 1,2 | 1,2 | 6,3 | 4,5 | 17 | 2,8 | 1,2 | 1,4 | 5,1 | 4,5 |
| 3 | 2,7 | 1,8 | 1,4 | 1,5 | 6 | 18 | 2,6 | 1,8 | 1,5 | 3,5 | 6 |
| 4 | 2,4 | 2,1 | 1,5 | 7,5 | 3 | 19 | 2,4 | 2,1 | 1,6 | 6,4 | 3 |
| 5 | 2,1 | 2,4 | 1,6 | 5,9 | 4,5 | 20 | 2,0 | 2,4 | 1 | 5,5 | 4,5 |
| 6 | 1,8 | 2,7 | 1,7 | 4,3 | 6 | 21 | 1,7 | 2,7 | 1,2 | 3,8 | 6 |
| 7 | 1,5 | 3,0 | 1,8 | 7,2 | 3 | 22 | 1,6 | 3,0 | 1,4 | 6,6 | 3 |
| 8 | 1,6 | 3,0 | 2,0 | 5,5 | 4,5 | 23 | 1,4 | 3,0 | 1,5 | 5,0 | 4,5 |
| 9 | 1,9 | 2,7 | 1,4 | 4,6 | 6 | 24 | 1,9 | 2,7 | 1,6 | 3,4 | 6 |
| 10 | 2,0 | 2,4 | 1,5 | 7,8 | 2,7 | 25 | 1,8 | 2,4 | 1,7 | 6,6 | 2,7 |
| 11 | 2,2 | 2,1 | 1,6 | 4,9 | 4,5 | 26 | 2,0 | 2,1 | 1,3 | 5,2 | 4,5 |
| 12 | 2,5 | 1,8 | 1,7 | 7,3 | 3 | 27 | 2,5 | 1,8 | 1,7 | 6,3 | 3 |
| 13 | 2,4 | 1,5 | 1 | 5,0 | 6 | 28 | 2,7 | 1,5 | 1,8 | 3,2 | 6 |
| 14 | 3,5 | 1,2 | 1,2 | 6,3 | 4,5 | 29 | 3,2 | 1,2 | 2,0 | 4,5 | 4,5 |
| 15 | 2,3 | 2,1 | 2,4 | 7,9 | 2,7 | 30 | 1,9 | 2,1 | 1,4 | 6,9 | 2,7 |

***Основные источники (ОИ):***

*1. Сафонова Г.Г., Артюховская Т.Ю., Ериаков Д.Е. Теоретическая механика.*

*Москва. ИНФРА-М. 2010г. §§ 1.6.6. Стр. 49– 51*

*2. Сетков В.И. Техническая механика для строительных специальностей. Москва.*

*Академия. 2008 г. § 1.8.2. Стр. 163 – 164*

*3. Конспект лекций*

- 42 -

**ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №5**

*Тема 1.5. Центр тяжести*

***Определение положения центра тяжести плоского сечения,***

***составленного из прокатных профилей***

***Цель:*** *- приобрести необходимые практические навыки и умения в определении положения центра тяжести плоского сечения, составленного из прокатных профилей, имеющего ось симметрии*

***Состав задания:***

*- определить координаты центра тяжести заданного сечения, составленного из прокатных профилей*

*- указать положение центра тяжести на заданном сечении*

***1. Порядок выполнения***

1. Ознакомиться с составом задания

2. Выбрать исходные данные по таблице вариантов

3. Ознакомиться с методикой решения задачи

4. Выполнить аналитическое решение задачи

5. Оформить выполненное задание в виде отчета (формат А)

***2. Методика решения задачи***

1. Изображаем расчетную схему сечения, соблюдая масштаб

2. Проводим вспомогательные оси *X* и *Y*

3. Разбиваем сечение на простые сечения

4. Выписываем из сортамента прокатной стали необходимые значения

сечений для решения задачи

5. Определяем координаты центров тяжести простых сечений в выбранной

системе координат

6. Вычисляем координаты центра тяжести заданного сечения

7. На заданном сечении показываем положение центра тяжести

- 43 -

***4. Пример расчета***

***Задание.***

*- определить координаты центра тяжести заданного сечения, составленного из прокатных профилей*

*- указать положение центра тяжести на заданном сечении*

*Двутавр №18*

*Швеллер №16*

***Решение:***

1. Чертим заданное сечение в масштабе

2. Проводим вспомогательные оси: ось *Y* проводим по оси симметрии,

ось *Х* - по нижней грани сечения

3. Разбиваем заданное сечение на простые сечения:

1. Двутавр с центром тяжести С1

2. Швеллер с центром тяжести С2

4. Выписываем из сортамента прокатной стали площади сечений и

расстояние от наружной грани стенки до центра тяжести швеллера

Общая площадь:

- 44 -

5. Находим координаты центра тяжести простых геометрических сечений

в выбранной системе координат

6. Определяем центр тяжести заданного сечения

7. Наносим на заданное сечение центр тяжести С (0; 13,7)

- 45 -

***Двутавр № 18***

***Швеллер № 16***

**№ 16**

**№ 18**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  | ***РДТ 05 1 ОП.02 01 \_\_\_*** | | | |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  | ***Практическая работа №5*** | | | |
|  |  |  |  |
| ***Разраб.*** |  |  |  | ***Определение координат***  ***центра тяжести*** | ***Стад.*** | ***Лист*** | ***Лист***ов |
| ***Провер.*** |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  | ***Сечение из прокатных***  ***профилей*** | ***Гр.\_\_\_\_\_\_*** | | |
| ***Н.Конт.*** |  |  |  |
| ***Утв.*** |  |  |  |

***Исходные данные к практической работе №4***

***Расчетные схемы:***

***Схема 1 Схема 2 Схема 3***

***Таблица вариантов заданий***

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***Вариант*** | ***Схема*** | ***Прокат*** | | ***Вариант*** | ***Схема*** | ***Прокат*** | |
| ***Двутавр №*** | ***Швеллер №*** | ***Двутавр №*** | ***Швеллер №*** |
| 1 | 1 | 14 | 16 | 16 | 1 | 36 | 33 |
| 2 | 2 | 16 | 18 | 17 | 2 | 33 | 30 |
| 3 | 3 | 18 | 20 | 18 | 3 | 30 | 27 |
| 4 | 1 | 16 | 18 | 19 | 1 | 27 | 24 |
| 5 | 2 | 18 | 20 | 20 | 2 | 24 | 22 |
| 6 | 3 | 20 | 22 | 21 | 3 | 22 | 20 |
| 7 | 1 | 18 | 20 | 22 | 1 | 24 | 22 |
| 8 | 2 | 20 | 22 | 23 | 2 | 22 | 20 |
| 9 | 3 | 22 | 24 | 24 | 3 | 20 | 18 |
| 10 | 1 | 20 | 22 | 25 | 1 | 22 | 20 |
| 11 | 2 | 22 | 24 | 26 | 2 | 20 | 18 |
| 12 | 3 | 24 | 27 | 27 | 3 | 18 | 16 |
| 13 | 1 | 27 | 30 | 28 | 1 | 20 | 18 |
| 14 | 2 | 30 | 33 | 29 | 2 | 18 | 16 |
| 15 | 3 | 33 | 36 | 30 | 3 | 16 | 14 |

***Основные источники (ОИ):***

*1. Сафонова Г.Г., Артюховская Т.Ю., Ериаков Д.Е. Теоретическая механика.*

*Москва. ИНФРА-М. 2010г. §§ 1.6.6. Стр. 51– 52*

*2. Сетков В.И. Техническая механика для строительных специальностей. Москва.*

*Академия. 2008 г. § 1.8.3. Стр. 168 – 169*

*3. Конспект лекций*

- 47 -

***Контрольные вопросы***

1. *Что называют центром тяжести тела?*
2. *Что называют центром тяжести площади плоской фигуры?*
3. *Что называется статическим моментом площади плоской фигуры? Единицы измерения? В каком случае он равен нулю?*
4. *Как определить положение центра тяжести простых геометрических фигур: прямоугольника, треугольника, круга?*
5. *Как определить положение центра тяжести площади сложного сечения геометрической формы?*
6. *Как определить положение центра тяжести площади сложного сечения, составленного из стандартных профилей проката?*

- 48 -

***ОГБПОУ «Ряжский дорожный техникум»***

***Дисциплина:***

***«Техническая механика»***

**Тема 1.6. *Устойчивость равновесия***

**ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №6**

***«Определение коэффициента устойчивости тела,***

***опирающегося на плоскость»***

***РДТ 05 1 ОП.02 01 \_\_\_***

***Выполнил:***

***студент группы\_\_\_\_\_\_\_\_\_***

***\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_***

***Проверил:***

***преподаватель Вашкина Г.П.***

***2018г.***

**ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №6**

*Тема 1.6. Устойчивость равновесия*

***Определение коэффициента устойчивости тела, опирающегося на плоскость***

***Цель:*** *- приобрести необходимые практические навыки и умения в выполнении проверки устойчивости тела, опирающегося на плоскость*

***Состав задания:***

*Проверить устойчивость подпорной стены от давления грунта, если коэффициент устойчивости К = 1,5*

***Принять:***

***-*** *материал стены железобетон, объемный вес*

*- объемный вес грунта*

*- опрокидывающая сила от давления грунта на стену приложена на расстоянии h/3 от основания*

*Расчет вести на длину стены*

***1. Порядок выполнения***

1. Ознакомиться с составом задания

2. Выбрать исходные данные по таблице вариантов

3. Ознакомиться с методикой решения задачи

4. Выполнить аналитическое решение задачи

5. Оформить выполненное задание в виде отчета (формат А)

***2. Основные положения***

Практические задачи, которые могут быть решены с помощью уравнений

равновесия системы произвольно расположенных сил на плоскости, являются

задачи, связанные с устойчивостью равновесия или с обеспечением условий равновесия против опрокидывания тела.

- 50 –

- опрокидывающая сила

- удерживающая сила

Эффект опрокидывания и удерживания зависит не только от величин

опрокидывающей и удерживающей сил, но от их положения, поэтому мера действия указанных сил на тело оценивается моментами:

- опрокидывающий момент

- удерживающий момент

Для случая приведенного на рисунке каждый из них легко найти:

*;*

Отношение удерживающего момента к опрокидывающему моменту называется коэффициентом устойчивости:

Этот коэффициент в целях устойчивости сооружения всегда должен быть больше единицы***.*** Значения его для различных сооружений даются ГОСТом.

Обычно коэффициент устойчивости принимают:

***2. Методика решения задачи***

1. Изображаем расчетную схему подпорной стены

2. Определяем давление грунта на подпорную стену

3. Строим график (эпюру) давления грунта по высоте стены

4. Определяем опрокидывающую силу относительно точки В

5. Определяем удерживающие силы относительно точки В

6. Определяем опрокидывающий момент относительно В

7. Определяем удерживающий момент относительно точки В

8. Определяем коэффициент устойчивости

9. Делаем вывод об устойчивости подпорной стены

- 51 –

***4. Пример расчета***

***Состав задания:***

*Проверить устойчивость подпорной стены от давления грунта, если коэффициент устойчивости К = 1,5*

***Принять:***

***-*** *материал стены железобетон, объемный вес*

*- объемный вес грунта*

*- опрокидывающая сила от давления грунта на стену приложена на расстоянии h/3 от основания*

*Расчет вести на длину стены*

***Схема подпорной стены:***

*h = 2,8м*

*a = 0,6м*

*b = 1,2м*

*Ропр.*

***Решение:***

1. Определяем давление грунта на подпорную стену

- по верху стены:

, так как

- на уровне подошвы стены:

2. Строим график (эпюру) давления грунта по высоте стены, изменяющийся

по линейному закону

- 52 –

*Ропр.*

3. Определяем опрокидывающую силу относительно точки В

- сила давления грунта на стену на уровне подошвы

- опрокидывающая сила

4. Определяем удерживающие силы относительно точки В

5. Определяем опрокидывающий момент относительно В

6. Определяем удерживающий момент относительно точки В

7. Определяем коэффициент устойчивости

***Вывод:*** *устойчивость стены обеспечена, так как фактический*

*коэффициент устойчивости больше требуемого*

- 53 –

***Таблица вариантов заданий***

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| *Вариант* | h,  м | a, м | b, м |
| 1 | 2,7 | 0,62 | 0,81 |
| 2 | 2,5 | 0,56 | 0,74 |
| 3 | 3,0 | 0,70 | 0,85 |
| 4 | 2,8 | 0,64 | 0,83 |
| 5 | 3,2 | 0,76 | 0,86 |
| 6 | 2,7 | 0,58 | 0,92 |
| 7 | 2,5 | 0,53 | 0,83 |
| 8 | 3,0 | 0,78 | 0,90 |
| 9 | 2,8 | 0,66 | 0,85 |
| 10 | 3,2 | 0,74 | 0,90 |
| 11 | 2,7 | 0,67 | 0,84 |
| 12 | 2,5 | 0,55 | 0,77 |
| 13 | 3,0 | 0,72 | 0,92 |
| 14 | 2,8 | 0,60 | 0,84 |
| 15 | 3,2 | 0,68 | 0,99 |
| 16 | 2,7 | 0,55 | 0,74 |
| 17 | 2,5 | 0,62 | 0,85 |
| 18 | 3,0 | 0,68 | 0,88 |
| 19 | 2,8 | 0,62 | 0,86 |
| 20 | 3,2 | 0,74 | 0,92 |
| 21 | 2,7 | 0,64 | 0,78 |
| 22 | 2,5 | 0,58 | 0,82 |
| 23 | 3,0 | 0,66 | 0,90 |
| 24 | 2,8 | 0,70 | 0,82 |
| 25 | 3,2 | 0,76 | 0,93 |
| 26 | 2,7 | 0,63 | 0,85 |
| 27 | 2,5 | 0,60 | 0,80 |
| 28 | 3,0 | 0,74 | 0,82 |
| 29 | 2,8 | 0,72 | 0,78 |
| 30 | 3,2 | 0,72 | 0,96 |

***Основные источники (ОИ):***

*1. Сафонова Г.Г., Артюховская Т.Ю., Ериаков Д.Е. Теоретическая механика.*

*Москва. ИНФРА-М. 2010г. §§ 1.7. Стр. 54– 58*

*2. Сетков В.И. Техническая механика для строительных специальностей. Москва.*

*Академия. 2008 г. § 1.6. Стр. 150– 152*

*3. Конспект лекций*

- 54 –

***Контрольные вопросы***

*1. В чем заключается идея расчета сооружений на устойчивость против*

*опрокидывания?*

*2. Как определяется опрокидывающий момент?*

*3. Как определяется удерживающий момент?*

*4. Для чего вводится коэффициент устойчивости ?*

*5. Как определяется коэффициент устойчивости ?*

- 55 –

***Заключение***

При изучении общепрофессиональных дисциплин практические занятия занимают преимущественное место. Практическое занятие – это активная форма организации учебного процесса, дополняющая теоретический курс или лекционную часть учебной дисциплины и предполагающая выполнение студентами по заданию и под руководством преподавателя практических работ.

Сущность практической работы студентов, как специфической педагогической конструкции определяется особенностями поставленных в ней учебно-познавательных задач. Следовательно, практическая работа есть особая система условий обучения, организуемых преподавателем.

Организация практического занятия включает в себя три этапа:

1. Усвоение соответствующего теоретического материала по конспектам лекций и учебникам
2. Решение задач и выполнение расчетных заданий
3. Контроль за ходом выполнения и результатам самостоятельной работы студента.

При выдаче заданий к практической работе, проводится инструктаж по выполнению заданий, который включает цель задания, его содержание, объем работы, основные требования к результатам работы, критерии оценок. В процессе инструктажа обращается внимание на возможные типичные ошибки, встречающиеся при выполнении задания.

Эффективность всей самостоятельной работы студентом во многом определяется уровнем самоконтроля. Основные объекты самоконтроля студентов в системе их труда:

* планирование самостоятельной работы
* выполнение индивидуального задания

- 56 -