

## **РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВИРТУАЛЬНОЙ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ “ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ВИБРАЦИЯ”**

**Вакунин Е.И., Коряков А.Е., Продюс Е.М.**

*Тульский государственный университет, г.Тула, Россия*

*Рассмотрены вопросы разработки программного обеспечения виртуальных лабораторных работ по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности» на примере работы «Производственная вибрация».*

Изучение дисциплины “Безопасность жизнедеятельности” формирует у специалиста представление о неразрывном единстве эффективной профессиональной деятельности и отдыха с требованиями к безопасности техники и защищенности человека. Реализация этих требований гарантирует сохранение работоспособности и здоровья человека, готовит его к действиям в экстремальных условиях.

Основная задача дисциплины – вооружить обучаемых теоретическими знаниями и практическими навыками, необходимыми для:

- идентификации негативных воздействий среды обитания естественного, антропогенного и техногенного происхождения;
- разработки и реализации мер защиты человека и среды обитания от негативных воздействий;
- обеспечения устойчивости функционирования объектов и технических систем в штатных и чрезвычайно опасных ситуациях.

Программой освоения курса БЖД предусматривается выполнение лабораторного практикума, в состав которого входят ряд лабораторных работ, выполнение которых обеспечивает приобретение необходимых навыков практической работы по анализу условий труда.

Для имитации реальных производственных условий и сопутствующих этим условиям вредных факторов воздействия, а также процессов измерения параметров факторов воздействия, на кафедре АОТиОС ТулГУ разрабатывается комплекс виртуальных лабораторных работ, целями создания которого являются: изучение нормативных документов, регламентирующих действие вредных факторов, освоение методик измерения параметров факторов воздействия, получение практических навыков работы с измерительной аппаратурой, оценка эффективности предлагаемых технических решений и средств защиты.

Виртуальные лабораторные работы реализуются с помощью комплекса, включающего компьютер, программное, информационное и методическое обеспечение, и позволяют пользователю на основе математической модели реального явления, процесса или устройства выполнить исследования, являющиеся целью конкретной лабораторной работы, которую

нельзя достичь без использования дорогостоящего оборудования или без обеспечения специальных условий измерений.

Программное обеспечение лабораторного комплекса реализуется с использованием инструментальной среды программирования “Delphi” и помимо модулей реализующих методику выполнения работы включает средства для визуализации процесса и результатов расчета.

Взаимодействие пользователя с программой осуществляется через стандартные элементы управления Windows; диалоговые окна, оконные и всплывающие меню, контрольные кнопки, клавиши быстрого доступа, списки для выбора.

Программное обеспечение предъявляет минимальные требования, как к аппаратному, так и программному обеспечению компьютера.

Так как виртуальная лабораторная работа содержит элементы мультимедиа, то на компьютере должно быть установлено соответствующее программное обеспечение.

Ниже представлено описание лабораторной работы, программное обеспечение которой полностью разработано и внедрено в учебных процесс на кафедре АОТиОС ТулГУ.

В результате работы студенты должны ознакомиться с нормированием вибрационных нагрузок на рабочих местах, научиться выбирать нормативные значения параметров вибрации для конкретных условий труда, измерить фактические уровни виброускорения (виброскорости), подобрать устройства для снижения вибрации.

Возможности программного продукта позволяют имитировать работу вибрационных процессов и процесса измерения параметров вибрации - уровней виброскорости (виброускорения). В программе осуществляется подбор и расчет виброизоляторов, оценка эффективности предлагаемых технических решений по снижению вибрационных нагрузок на рабочем месте и формирование отчета по выполненной работе.

На рис. 1...10 показаны элементы виртуальной лабораторной работы.

После выбора виртуальной лабораторной работы студент должен зарегистрироваться и ознакомиться с программой выполнения работы (рис.1).

По каждому пункту этапа работы студенту предоставляется методический материал, содержащий основные понятия и справочная информация (рис.2).

Допуском к выполнению очередного пункта лабораторной работы является прохождение тестового контроля (рис. 3).

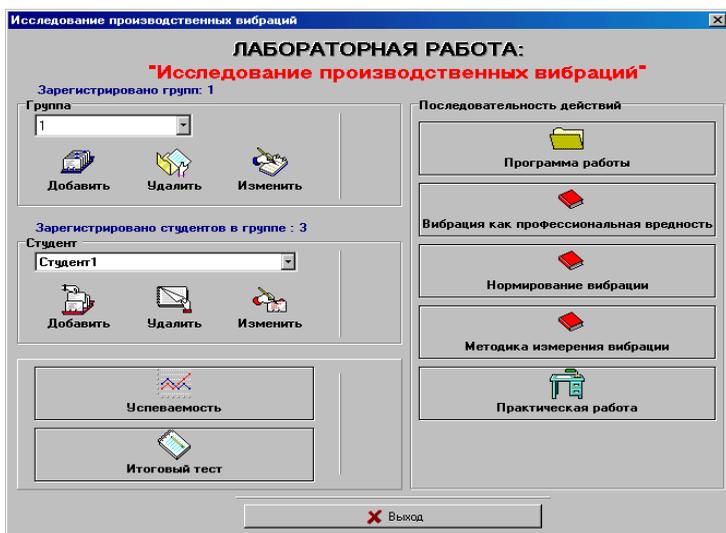


Рис.1. Окно регистрации и выбора режима работы

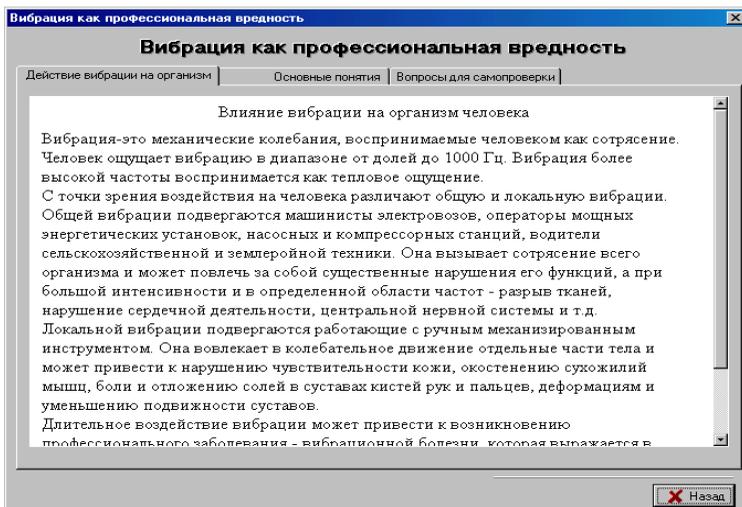


Рис.2. Окно справочного материала

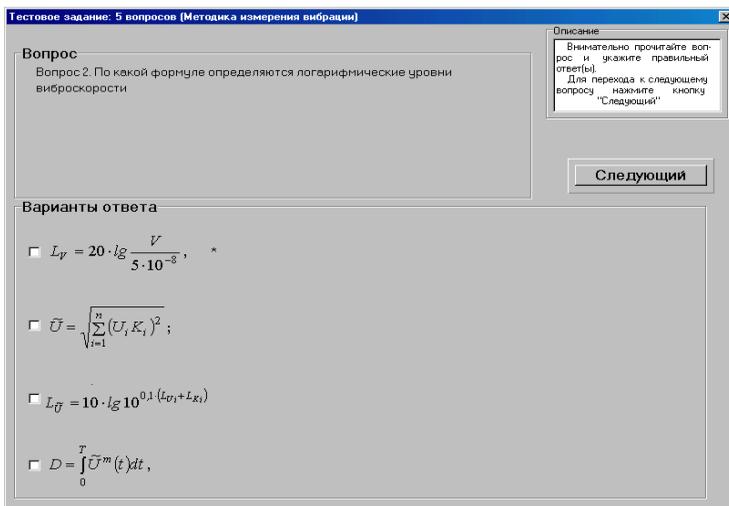


Рис.3. Окно тестовых заданий

Студент допускается к продолжению работу только в случае положительной сдачи тестов, в противном случае студент должен повторно изучить материал и пройти тестирование.

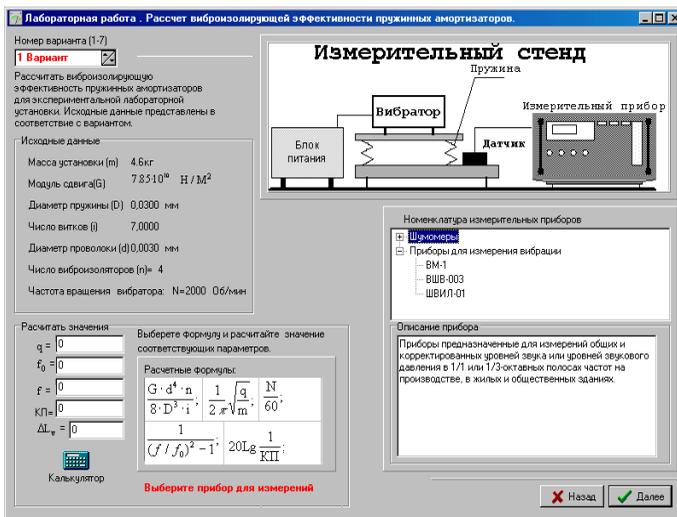


Рис. 4. Расчет виброизолирующей эффективности пружинных амортизаторов

Для расчета виброизолирующей эффективности пружинных амортизаторов студенту предлагается, в соответствии с вариантом работы, выбрать измерительный прибор, требуемые формулы расчета и произвести вычисления с применением встроенного калькулятора (рис. 4).

Для оценки фактической эффективности рассчитанного пружинного виброизолятора, пользователь должен произвести измерения скорректированного и октавных уровней виброскорости (виброускорения). На дисплее имитируется работа с измерительным прибором, при этом пользователь должен в определенной последовательности осуществлять необходимые процедуры, имитирующие процесс измерения (рис. 5).

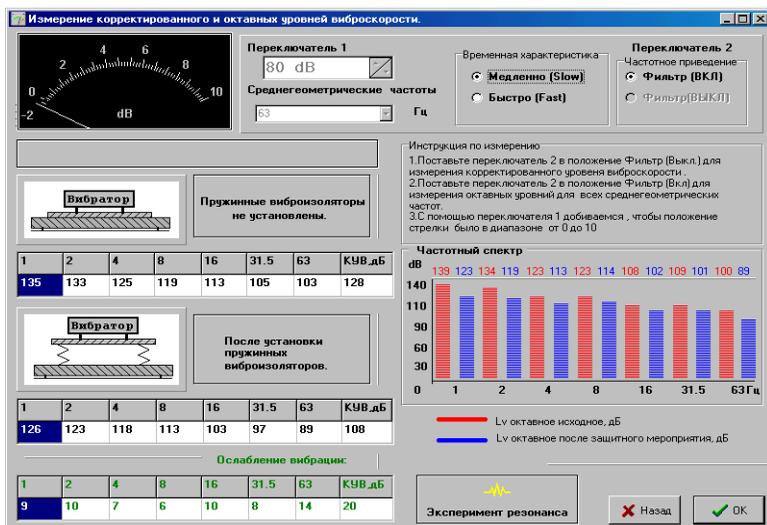


Рис. 5. Проведение эксперимента

При выполнении всех этапов работы студентом в электронном виде формируется отчет, который включает табличную, графическую и текстовую части (рис. 6).

При проведении эксперимента «явления резонанса» студенту предлагается, на основе полученных знаний, правильно задать необходимые параметры, обеспечивающие совпадение частот собственных и вынужденных колебаний системы. При правильно заданных параметрах, на дисплее в динамике отображается явление резонанса (рис. 7).

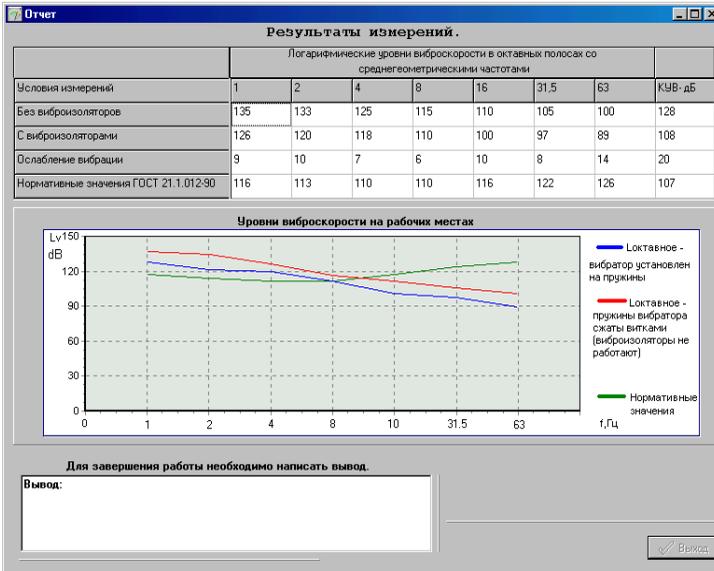


Рис. 6. Результаты измерений и выводы по разделу работы

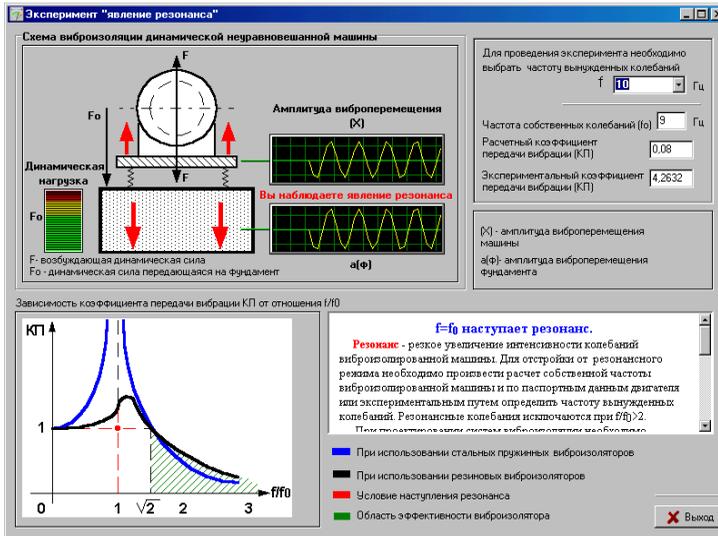


Рис. 7. Демонстрация явления резонанса

Для выполнения пункта работы, связанного с виброгасящими основаниями, студенту необходимо произвести выбор и расчет запрашиваемых с дисплея исходных данных (рис. 8).

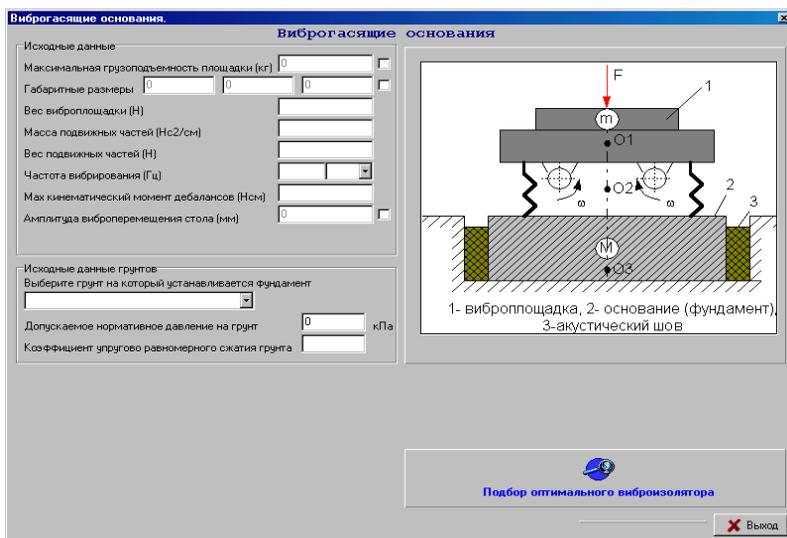


Рис. 8. Ввод исходных данных для расчета виброгасящего основания

После подбора оптимальных параметров на экране дисплея появляются значения расчетных параметров и предлагается сохранить отчет (рис. 9, 10).

В конце работы студент проходит итоговое тестирование, по результатам которого проставляется итоговая оценка защиты лабораторной работы. Все промежуточные результаты, отчеты и результаты итогового тестирования сохраняются на диске, что позволяет студенту в случае необходимости продолжить работу с контрольной точки.

Область применения программного продукта:

- использование студентами высших учебных заведений при изучении курсов “Безопасность жизнедеятельности”, “Производственная безопасность”;
- обучение специалистов по аттестации рабочих мест, а также слушателей курсов повышения квалификации, работающих в области охраны труда.

**Виброгашение оснований.**

**Исходные данные**

Максимальная грузоподъемность площадки (кг) 0

Габаритные размеры 0 0 0

Вес виброплощадки (Н) 70000

Масса подвижных частей (Нс2/см) 64

Вес подвижных частей (Н) 62780

Частота вибрирования (Гц) 50 50

Мак кинематический момент дебалансов (Нсм) 2900

Амплитуда виброперемещения стола (мм) 0

**Исходные данные грунтов**

Выберите грунт, на который устанавливается фундамент  
Пески средней крупности

Допускаемое нормативное давление на грунт 3.5 кПа

Коэффициент упруго-равномерного сжатия грунта 50

**Исходные данные амортизаторов**

Тип амортизатора, через который виброплощадка опирается на фундамент АЦП М-120

Статическая осадка 0,900

Упругий элемент виброамортизаторов АЦП состоит из цилиндрической пружины, навинтой на цилиндрический массив из металлической пуговицы. "Собственные частоты" находятся в пределах от 8 до 10 Гц.

**основания**

Расчетные параметры Результат

Динамическая нагрузка воздушная дебалансами (Н) 231763.673

Суммарная жесткость всех амортизаторов (Н/см) 63755.56

Собственная круговая частота вертикальных колебаний подроссырных частей виброплощадки  $s^{-1}$  33.01

Норм. динамическая нагрузка перед я на фундамент (Н) 3224.30

Исходя из опыта проектирования фундаментов под машины с динамическими нагрузками конструктивно принимаем площадь и высоту фундамента, так чтобы вес фундамента примерно в 2 раза был больше общего веса виброплощадки.

Жесткость грунта (Па) 5760000.00

Масса фундамента (кг) 142.86

Круговая частота соб. вертикальн. колебаний фундамента 200.80

Амплитуда виброперемещения фундамента (мм) 0.003873

**Подбор оптимального виброамортизатора**

Выход

Рис. 9. Расчетные параметры виброоснования

**Виброгашение оснований.**

**Исходные данные**

Максимальная грузоподъемность площадки (кг) 0

Габаритные размеры 0 0 0

Вес виброплощадки (Н) 70000

Масса подвижных частей (Нс2/см) 64

Вес подвижных частей (Н) 62780

Частота вибрирования (Гц) 50 50

Мак кинематический момент дебалансов (Нсм) 2900

Амплитуда виброперемещения стола (мм) 0

**Исходные данные грунтов**

Выберите грунт, на который устанавливается фундамент  
Пески средней крупности

Допускаемое нормативное давление на грунт 3.5 кПа

Коэффициент упруго-равномерного сжатия грунта 50

**Исходные данные амортизаторов**

Тип амортизатора, через который виброплощадка опирается на фундамент АЦП М-120

Статическая осадка 0,900

Упругий элемент виброамортизаторов АЦП состоит из цилиндрической пружины, навинтой на цилиндрический массив из металлической пуговицы. "Собственные частоты" находятся в пределах от 8 до 10 Гц.

**основания**

Расчетные параметры Результат

Амплитуда виброперемещения фундамента 0,003873  $s^{-1}$

Допустимая амплитуда виброперемещения по ГОСТ 12.1.012-90 0,009 мм

Результат

АЦП М-15  
АЦП М-16  
АЦП М-120

OK Сохранить отчет

**Подбор оптимального виброамортизатора**

Выход

Рис. 10. Результаты расчета виброоснований