

эффективности предлагаемых моделей, методов и средств. В разделах монографии показана эффективность применения понятия и метод диагностики пожаро-электрического вреда, характеризующего пожароопасные отказы ЭРЭ, ЭП и СВТ. Показана логическая и функциональная связь технического и пожаробезопасного ресурса ЭРЭ, ЭП и СВТ.

В монографии представлены результаты многочисленных испытаний ЭРЭ, ЭП и СВТ по предлагаемой методологии, подтверждающие их достоверность и повторяемость. Приведена статистика пожаров, подтверждающая причины и последствия пожароопасных отказов и эффективность их предотвращения своевременным отключением электроэнергии.

В монографии предложены:

- новые методы, технологии и алгоритмы мониторинга техносферной опасности (пожарной, электрической и т.д.) в реальном масштабе времени, в т.ч. с помощью Интернет – системы «интеллектуализации» ЭП;
- новые понятия «пожаро-электрического вреда» и пожаробезопасного ресурса;
- модели диагностики надежности и пожарной опасности ЭП, СВТ и АСУ с их применением.

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ  
КОЛЕБАНИЙ КОЛЕСНОГО ТРАКТОРА  
И УПЛОТНЕНИЯ ПОЧВЫ  
ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ТРАКТОРОМ  
ПОЛЕВЫХ РАБОТ  
(интерактивное обучающее пособие)**

Золотаревская Д.И.

*Российский государственный аграрный  
университет – МСХА им. К.А. Тимирязева,  
Москва, e-mail: zolot@gagarinclub.ru*

Настоящее интерактивное обучающее пособие предназначено для изучения математического моделирования вязкоупругих свойств почвы, вертикальных колебаний колесного трактора, озонакопления с методом расчета уплотнения почвы трактором с учетом влияния его колебаний при выполнении трактором полевых работ, разработанным в Российском государственном аграрном университете – МСХА им. К.А. Тимирязева.

Обучающее пособие содержит введение, семь глав, заключение, список литературы.

Проблема сохранения и повышения плодородия почв является в настоящее время одной из наиболее актуальных в экологии. Современные технологии возделывания сельскохозяйственных культур требуют многократных проходов по полю мобильной сельскохозяйственной техники. При возделывании зерновых культур 65–80% площади поля испытывает воздействие ходовых систем машин от 1 до 6 раз. Работа на полях тракторов и сельскохозяйственных машин сопровождается их колебаниями. Колебания тракторов снижают их тягово-сцепные свойства, приводят к ухудше-

нию плодородия почвы вследствие увеличения уплотняющего воздействия машин на почву. Необходимо разрабатывать и широко применять меры, способствующие повышению плавности хода тракторов и других мобильных машин.

Влияние колебаний мобильных машин на уплотнение почв исследовано мало. Проведение исследований влияния колебаний мобильных машин на уплотняющее воздействие машин на почву весьма актуально.

Важную роль в решении проблемы сохранения плодородия почв должны сыграть разработка и практическое применение эффективных методов защиты почв от их переуплотнения сельскохозяйственной техникой. Достижению этой цели способствует:

- 1) математическое моделирование процессов деформирования и уплотнения почв, основанное на результатах исследований реологических свойств почв, а также влияния колебаний тракторов и другой работающей на полях сельскохозяйственной техники на изменение плотности и физических свойств почв;
- 2) разработка и практическое применение уточненных методов расчета показателей уплотняющего воздействия сельскохозяйственной техники на почву.

Математическое моделирование и метод расчета колебаний колесного трактора и его уплотняющего воздействия на почву выполнены в РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева на основе использования результатов экспериментальных данных. Экспериментальные исследования реологических свойств почвы, результатов воздействия на почву динамических нагрузок и колебаний колесного трактора при его работе, уплотнения почвы при работе трактора проведены на поле опытного хозяйства РГАУ-МСХА. Исследовали свойства и уплотнение дерново-подзолистой супесчаной почвы при проходах трактора МТЗ-82.

В работе приведено описание полевых испытаний и других экспериментальных исследований, проведенных в РГАУ-МСХА. Представлены данные компьютерных экспериментов, выполненных по полученным нами экспериментальным данным. Данное интерактивное обучающее пособие знакомит с предложенным в наших работах математическим моделированием вязкоупругих свойств дерново-подзолистой супесчаной почвы дифференциальным уравнением первого порядка, связывающим сжимающие напряжения  $\sigma$ , скорости  $\dot{\sigma}'_i$ , изменения напряжений  $\sigma$  и относительной деформации сжатия почвы  $\epsilon'_i$ , а также с методами нахождения характеристик  $g$  и  $q$  вязкоупругих свойств почвы. Описан процесс воздействия на почву динамических нагрузок при вертикальных колебаниях работающего на уплотняющейся почве колесного трактора.

При проведении полевых испытаний и выполнении компьютерных экспериментов выявлено влияние основных факторов на характеристики вязкоупругих свойств исследовавшейся почвы и показатели уплотнения почвы при проходах трактора.

На основе результатов выполненных исследований показано, что при проходе трактора уплотнение почвы уменьшается, если:

- увеличивается скорость деформирования почвы, обусловленная возрастанием скорости трактора;
- уменьшаются вертикальные динамические нагрузки на почву, обусловленные снижением вертикальных динамических нагрузок на оси трактора.

В данном пособии на основе результатов полных трехфакторных компьютерных экспериментов показано, что увеличение влажности почвы, совместно с увеличением скорости ее деформирования и вертикальных динамических нагрузок на почву приводит к возрастанию плотности почвы.

На основании результатов компьютерных экспериментов, выполненных с использованием экспериментальных данных о свойствах почвы, показано, что доля обратимой деформации  $E_{об}$  в полной деформации почвы возрастает, если

- уменьшается влажность  $w$  почвы и вертикальная динамическая нагрузка на почву  $G_d$  (при постоянной скорости деформирования почвы);
- увеличивается скорость деформирования почвы и уменьшается влажность почвы (при постоянной динамической нагрузке на почву).

Величина  $0 \leq E_{об} \leq 1$ . Если  $E_{об}$  приближается к нулю, то свойства почвы приближаются к текучим. При этом характеристика вязкоупругих свойств почвы  $q$  стремится к нулю, а характеристика вязкоупругих свойств почвы  $g$  возрастает.

Если  $E_{об}$  приближается к единице, то свойства почвы приближаются к упругим. При этом характеристика вязкоупругих свойств почвы  $q$  стремится к модулю упругости почвы  $E$ , а характеристика  $g$  убывает.

Приведенные в обучающем пособии результаты подтверждают необходимость учета в расчетах показателей уплотнения почвы ее вязкоупругих свойств и изменения этих свойств при колебаниях действующих на почву динамических нагрузок.

Полученные результаты, которые нашли отражение в этой базе данных, рекомендуются применять в дальнейших исследованиях вязкоупругих свойств почв, в создании уточненных методов расчета показателей уплотняющего воздействия мобильных машин на почву, при выполнении расчетов этими методами; разработке рекомендаций по снижению уплотняющего воздействия мобильных машин на почву с целью сохранения и повышения плодородия почв.

Интерактивное обучающее пособие предназначено для студентов, магистрантов, аспиран-

тов, научных работников, занимающихся разработкой методов расчета колебаний мобильных машин и показателей уплотняющего воздействия машин на почву. Пособие может быть полезно и преподавателям вузов.

Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2015620799. Дата государственной регистрации в Реестре баз данных 22 мая 2015 г.

**ДИЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПОСТОЯННАЯ  $\epsilon_0$ , ПОТОК ВЕКТОРА НАПРЯЖЕННОСТИ  $E$  И ПОТОК ГАУССА  $N = E_n \cdot S$ , ОСНОВА СТАНОВЛЕНИЯ ЕДИНИЦ ИЗМЕРЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН (учебно-методическое пособие)**

Палашов В.В.

*Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, Нижний Новгород, e-mail: valentinpalashov@gmail.com*

Методическая разработка рассчитана на студентов, обучающихся в соответствии с учебным планом учебной дисциплины Б.3.07 – «Электроника и электротехника» по направлению 280.700.62 – «Техносферная безопасность». Профиль (для бакалавриата) «Безопасность технологических процессов и производств». Она также может быть использована обучающимися учебной дисциплины Б.3.11 – «Электротехника и электроника», направление 140.100.62 – «Теплоэнергетика и теплотехника», по профилю «Промышленная теплотехника». Перечисленные выше курсы являются базой для изучения дальнейших специальных предметов, поэтому являются важнейшими дисциплинами в процессе познания единиц измерения различных форм энергии (работы и теплоты).

В предшествующих методичках, в соответствии с существующими традициями, в преподавании общего курса «Электротехника и электроника» использовалась классическая теория образования электрического тока в проводниках первого рода, с оговорками необходимых поправок в тех или иных случаях (слабые электролиты или сильные). В предлагаемой методике дано понятие о роли диэлектрической проницаемости в образовании электрического постоянного или выпрямленного тока в проводниках второго рода под одновременным воздействием двух разных энергетических полей, реально существующих в электролитах и растворах (в отличие от проводников первого рода): статического – микрополя и стационарного – макрополя. Это позволило объединить в единый Мир проводники второго рода ионной проводимостью, аналогично тому, как опытный закон Ома объединил металлы электронной проводимостью.

Апробация методической разработки в течение двух семестров показала высокую степень педагогизации научных достижений в учебном процессе.