

обработке полученных данных. В учебном пособии подробно рассмотрены методы организации выборочного исследования, построения статистических рядов и их графического представления. Дается подробное рассмотрение расчета интегральных числовых характеристик статистического ряда, таких как характеристики положения, рассеяния, формы, описания которых сопровождаются наглядными иллюстрациями.

В математической статистике рассматриваются две основные категории задач: оценивание и статистическая проверка гипотез.

Зачастую, проводимый эксперимент представляет собой некоторую модель «черный ящик», которая по определенной комбинации входного набора данных выдает некоторый набор значений-результатов. По имеющимся наборам входных и выходных параметров требуется найти точечное и интервальное оценивание параметров распределения. В данном пособии рассмотрены некоторые практические способы построения оценок. Особое внимание уделено наиболее популярным методам – методу наибольшего правдоподобия и методу наименьших квадратов. Вопросы точности построения оценок решаются с помощью построения интервальных оценок, которым в пособии также уделено внимание.

Две отдельных главы пособия посвящены общей теории проверки гипотез. Данные вопросы особенно пригодятся выпускникам при проведении дипломных исследований. Также при проведении научных исследований важным является факт выявления связи между двумя или большим количеством явлений. Методам корреляционного и регрессионного анализа в пособии также уделено внимание.

Основное внимание уделено пояснению примеров применения методов современной математической статистики. Вся теория объясняется и иллюстрируется на тщательно подобранных примерах.

РЕЛАКСАЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ В ПОЧВАХ: МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Золотаревская Д.И.

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

Проблема сохранения и повышения плодородия почв является в настоящее время одной из наиболее актуальных экологических проблем; ее решению посвящены исследования широкого круга ученых. Природные условия и антропогенные воздействия на почвы оказывают существенное влияние на их физические свойства. Предпосевное прикатывание почв почвообрабатывающими катками способствует оптимизации их плотности и структуры, а работа на полях

мобильной сельскохозяйственной техники приводит к переуплотнению почв. Переуплотнение почв в результате воздействия ходовых систем тракторов и других мобильных машин вызывает ухудшение агрофизических свойств почв, снижение их плодородия, урожайности полевых культур.

Для разработки научно обоснованных рекомендаций по предотвращению переуплотнения почв при антропогенных воздействиях и созданию почвенных условий, благоприятствующих развитию сельскохозяйственных культур, нужно располагать результатами глубоких исследований физико-механических свойств различных почв.

Уравнения связи между сжимающими напряжениями σ и абсолютными деформациями сжатия (осадкой) h или относительными деформациями сжатия ϵ , то есть уравнения вида $\sigma = \sigma(h)$ или $\sigma = \sigma(\epsilon)$ описывают и позволяют учесть в расчетах только остаточные деформации почв, в то время как в ненасыщенных водой почвах наблюдаются также обратимые деформации. Значения как остаточных, так и обратимых деформаций различных почв зависят от скорости приложения и времени действия нагрузки. Зависимости между сжимающими напряжениями σ относительными деформациями сжатия ϵ , изменяющимися во времени, описывают уравнения теории вязкоупругости (реологические уравнения). Материалы и деформируемые среды, для которых зависимости между напряжениями и деформациями включают в себя время, называют вязкоупругими. Характерными для вязкоупругих деформируемых сред являются их релаксационные свойства, проявляющиеся в процессах ползучести и релаксации напряжений.

В книге представлены результаты теоретических и экспериментальных исследований реологических (вязкоупругих) свойств уплотняющихся связных почв, процессов ползучести и релаксации напряжений в уплотняющихся почвах и математическое моделирование этих процессов. Рассмотрены процессы ползучести, происходящие после кратковременного начального воздействия на почвы динамической нагрузки, возрастающей по различным законам. Исследованы процессы релаксации напряжений, происходящие после кратковременного начального деформирования почв по синусоидальному, а также по линейному законам. Действие на почвы внешней нагрузки с учетом вязкоупругих свойств уплотняющихся связных почв описано дифференциальным уравнением первого порядка, связывающим сжимающие напряжения, скорости изменения сжимающих напряжений и относительной деформации сжатия. Рассмотрены вязкоупругие свойства, ползучесть и уплотнение дерново-подзолистой легкосуглинистой и дерново-подзолистой супесчаной почв, а также релаксация напряжений в этих почвах. Приведены результаты полевых испытаний,

состоявших в проходах по почвам колесных тракторов. В полевых испытаниях записаны на осциллограммы эпюры нормальных контактных напряжений на колесах тракторов. Приведены также результаты компьютерных экспериментов, в которых найдены показатели, характеризующие исследуемые релаксационные процессы в почвах. В книге описаны разработанные автором методы расчета и позволяющие реализовать эти методы компьютерные программы. По разработанным программам выполнены расчеты рассматриваемых показателей на различной глубине деформируемого слоя почвы, соответствующие различным моментам времени. В полученных расчетных формулах учтено, что плотность почвы переменна по глубине ее верхнего деформируемого слоя. На основании результатов статистической обработки экспериментальных данных зависимость от глубины плотности почвы до действия на почву внешней нагрузки принята квадратичной. Выявлено влияние на рассматриваемые показатели начальной плотности почвы, ее влажности, скорости возрастания начальной нагрузки или скорости начального деформирования и других факторов.

Книга содержит оглавление, введение, 6 глав, заключение, список литературы. В книге 25 рисунков, 17 таблиц. Построенные графики и приведенные в таблицах численные значения найденных показателей отражают полученные экспериментальные данные и результаты выполненных компьютерных расчетов.

В первой главе приведены результаты исследований по теме «Математическое моделирование закономерностей деформирования почв дифференциальными уравнениями». Показано, что никакое дифференциальное уравнение с постоянными коэффициентами не позволит описать все особенности деформирования во времени реальных почв. Приведено полученное в проведенных исследованиях дифференциальное уравнение с переменными коэффициентами, адекватно моделирующее вязкоупругие свойства исследованных почв.

Вторая глава посвящена описанию результатов экспериментальных и теоретических исследований реологических свойств, напряженно-деформированного состояния и уплотнения исследованных почв.

Третья и четвертая главы содержат результаты исследований ползучести почв. В третьей главе рассмотрена тема: «Математическое моделирование процесса ползучести почв после кратковременного возрастания динамической нагрузки». Описан метод расчета показателей, характеризующих ползучесть и уплотнение почвы при ее ползучести. В четвертой главе приведены результаты компьютерных экспериментов по исследованию ползучести и уплотнению почв.

Пятая и шестая главы содержат результаты исследований релаксации напряжений в почвах.

В пятой главе рассмотрена тема: «Математическое моделирование процесса релаксации напряжений в почве после ее кратковременного динамического деформирования». Описан метод расчета показателей, характеризующих релаксацию напряжений в почвах. В шестой главе приведены результаты компьютерных экспериментов по исследованию релаксации напряжений в почвах.

Отмечено, что достоинства предложенных методов расчета состоят, в частности, в том, что эти методы позволяют находить ряд важных показателей напряженно-деформированного состояния и уплотнения почв при рассматриваемых видах воздействия динамических нагрузок

1) в различные моменты времени;

2) на различной глубине деформируемого слоя почвы.

Разработанные методы расчета позволяют находить показатели релаксационных процессов, в различные моменты времени и на различной глубине, а также время стабилизации деформации почвы в зависимости от влияющих на него факторов. Исследования, выполненные этими методами, позволяют получить дополнительно к выявляемым другими методами весьма важные данные о физическом состоянии почв.

Математическое моделирование процессов деформирования почв, основанное на результатах исследований их реологических свойств, позволит разработать эффективные меры защиты почв от вредных воздействий сельскохозяйственной техники.

Книга предназначена для научных работников, занимающихся исследованием реологических свойств почв, созданием методов расчета показателей напряженно-деформированного состояния и уплотнения почв в результате действия внешних нагрузок, изменяющихся по различным законам, при протекании релаксационных процессов в почвах и при работе мобильных машин, разработкой рекомендаций по снижению уплотнения почв мобильными машинами с целью сохранения и повышения плодородия почв. Книга может быть полезна преподавателям вузов.

ЛЕКЦИИ И ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ ПО ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКЕ. ЧАСТЬ 1 (учебное пособие)

Лычкин В.Н., Муханова А.А., Капитонова В.А.
ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный
заочный университет», Балашиха,
e-mail: msan-ann@rambler.ru

Учебное пособие «Лекции и практические занятия по высшей математике. Часть 1» предназначено в первую очередь для студентов, обучающихся заочно по направлениям подготовки 35.03.04 – «Агрономия», 35.03.06 – «Агроинженерия», а также может быть использовано студентами других направлений при изучении соответствующих разделов курса высшей математики.