

СЕКЦИЯ 3

«Охрана труда, защита населения и окружающей среды»

УДК 331.45

Андруш В.Г., кандидат технических наук, доцент;

Шелегова Е.В., аспирант

*Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный
технический университет», г. Минск, Республика Беларусь*

ПОСТРОЕНИЕ СХЕМЫ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ДИСЦИПЛИНЫ «ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТЬ» С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы построения структуры учебного курса и системного подхода к тестированию знаний по дисциплине «Электробезопасность» специальности 6-05-1021-01 «Охрана труда на производстве» на основе графовой экспертной системы.

Abstract. The article discusses the issues of building the structure of the training course and a systematic approach to testing knowledge in the discipline "Electrical Safety" specialty 6-05-1021-01 "Occupational safety at work" based on a graph expert system.

Ключевые слова. Схема образовательного процесса, структура учебной дисциплины, логико-графовая модель данных, граф дисциплины.

Keywords. The scheme of the educational process, the structure of the academic discipline, the logical graph data model, the graph of the discipline.

Отличительной особенностью электрического тока от других опасных и вредных производственных факторов (кроме радиации) является то, что человек не в состоянии дистанционно обнаружить электрическое напряжение своими органами чувств.

По Республике Беларусь поражения электрическим током составляют 6–8% от всего производственного травматизма со смертельным исходом. Согласно статистике 75–80% поражений электрическим током происходит в установках до 1кВ [1].

Знать основы и общие требования электробезопасности обязательно не только персоналу, обслуживающего электроустановки и электрооборудование, но и всем, кто соприкасается по своему роду деятельности с электричеством на производстве, дома, в быту.

В настоящее время в проектировании образовательной среды получило распространение представление знаний в виде иерархической структуры. Графы знаний, которые представляют логическую структуру понятий предметной области учебного курса, позволяют проанализировать последовательность изучения учебного материала.

Для оптимизации преподавания учебной дисциплины «Электробезопасность», организации контроля знаний и повышения качества обучения по данному курсу одним из направлений является построение структуры учебных курсов [2], которое включает следующие этапы:

1) определение «базовых» учебных дисциплин (разделов) на основе анализа проектируемого учебного курса, изучаемых студентами на предыдущих этапах обучения высшей и средней школы и «выходного содержания курса» [2];

2) формирование состава учебной дисциплины – выделение из материала учебного курса в пределах заданного объема и вида часов учебной нагрузки логически законченных разделов и подразделов, изучаемый материал которых характеризуется высоким уровнем связей [3];

3) присвоение разделам и подразделам количественной оценки, которая определяет долю раздела (вес) в изучаемой дисциплине и долю подраздела (вес) в текущем разделе;

4) выявление смысловых функционально-информационных связей между отдельными разделами и подразделами учебной дисциплины, в том числе с «базовыми» разделами и «выходным содержанием курса» [2]. Данные связи должны быть отображены количественно с указанием содержания доли базовой дисциплины (веса) в изучаемой. Состав учебного курса совместно с заданными связями задают структуру учебной дисциплины. Данная структура будет представлена в виде графа учебной дисциплины, где разделы, подразделы являются вершинами (изучаемые подразделы и базовые темы обозначаются кругами большими и меньшими соответственно); связи между разделами и подразделами указываются ориентированными ребрами – дугами.

5) формирование систем контрольных точек, обеспечивающих эффективный контроль уровня подготовки обучающихся и управление образовательным процессом. На графе дисциплины контрольные точки будут представлены в виде разрезов таким образом, чтобы контролируемый материал оказался между двумя соседними разрезами.

Дисциплина «Электробезопасность» [4] является компонентом учреждения образования при подготовке обучающихся 1-й ступени высшего образования по специальности 6-05-1021-01 «Охрана труда на производстве».

Анализ дисциплины показывает, что при изучении ее используются знания по следующим дисциплинам и разделам в них:

1) «Физика» – электрический ток, напряжение, электрическое поле, закон Ома, удельное сопротивление (Б1);

2) «Физиологические и медико-биологические основы безопасности жизнедеятельности» – стресс, травма, действие тока на организм (Б2);

- 3) «Математика» – расчёт параметров цепей, обработка данных (Б3);
- 4) «Основы электротехники и электроники» – контакты, электрические цепи, замыкания, изоляция (Б4);
- 5) «Электропривод и электрооборудование» – заземление, зануление, выравнивание потенциалов (Б5);
- 6) «Пожарная безопасность» – возгорание, электрическая дуга, тушение (Б6);
- 7) «Химия» – электролиз, коррозия заземлителей (Б7);
- 8) «Безопасность жизнедеятельности человека» (первая помощь) – освобождение от тока, реанимация (Б8).

Всю дисциплину «Электробезопасность» предлагается разбить на два основных раздела, по которым дополнительно указаны используемые в них ранее изученные разделы.

Раздел 1. «Способы и средства защиты от поражения электрическим током» – 52% содержания курса.

Подраздел 1.1 (У1) «Действие электрического тока на организм человека и сельскохозяйственных животных. Анализ опасности поражения электрическим током». Включает знания по базовым дисциплинам Б1 – 20% (электрическое поле, закон Ома, удельное сопротивление), Б2 – 25% (действие тока на организм человека, пороговые значения), Б3 – 10% (расчет сопротивления цепей, обработка экспериментальных данных), Б4 – 20% (электрические цепи, замыкание на землю, шаговое напряжение) и собственный новый материал 25% по темам: классификация электроустановок и помещений по степени опасности поражения электрическим током; экспериментальное исследование электрического сопротивления тела человека; измерение удельного электрического сопротивления грунта; исследование поражения электрическим током при работе с электроинструментом; исследование величины «шагового напряжения» при различных расстояниях от места замыкания фазы ЛЭП на землю и различных сопротивлениях грунта. Данный подраздел является фундаментальной частью и требует больше времени на изучение, составляет 55% раздела 1 ($\approx 28,6\%$ курса).

Подраздел 1.2 (У2) «Меры защиты от поражения электрическим током в нормальном режиме от прямого и косвенного прикосновения». Вопросы базовых дисциплин – Б4 – 30% (дифференциальные токи, устройство УЗО, Б5 – 15% (введение: заземление, зануление), Б6 – пожарная безопасность (электрическая дуга, нагрев контактов). Изучаемые темы нового материала подраздела: устройства защитного отключения дифференциального типа; изучение устройства и правил пользования электрозащитными средствами в электроустановках потребителей.

Подраздел частично опирается на подраздел 1.1 и составляет 45% раздела 1 ($\approx 23,4\%$ курса).

Раздел 2. «Обеспечение безопасности при эксплуатации электрооборудования сельхозпредприятий» – 48% содержания курса.

Подраздел 2.1 (УЗ) «Исследование тока, проходящего через тело человека при различных вариантах соприкосновения с токоведущими проводниками и заземленным оборудованием». Темы базовых дисциплин – Б1 (электрические цепи, измерение тока и напряжения) – 20%, Б4 (изоляция, токи утечки, заземление) – 25%, Б3 (расчет токов в разветвленных цепях) – 10%, Б7 (коррозия заземлителей, химические процессы в грунте) – 5%. Новый материал 40% по темам: исследование тока, проходящего через тело человека при соприкосновении с корпусом заземленного оборудования, находящегося под напряжением; исследование средств и методов контроля и испытания изоляции электроустановок; исследование тока замыкания заземленного оборудования, при замыкании фазы на его корпус. Подраздел составляет 50% раздела 2 ($\approx 24\%$ курса).

Подраздел 2.2 (У4) «Принцип электрозащитного действия зануления и заземления в электроустановках». Знания тем базовых дисциплин – Б5 (зануление, заземление в электроустановках) – 25%, Б4 (расчет сопротивления заземлителя) – 20%, Б8 (освобождение от действия тока, первая помощь) – 10%, Б6 (меры защиты при замыканиях, тушение электроустановок) – 5%. Новый материал подраздела 40% по темам: расчетная проверка эффективности зануления на отключающую способность; основные требования по электробезопасности к специалистам по охране труда, электротехническому, электротехнологическому и неэлектротехническому персоналу; расчет сопротивления заземляющего устройства; организационные мероприятия, обеспечивающие безопасность работ в электроустановках и технические мероприятия, обеспечивающие безопасность работ со снятием напряжения; экспериментальная проверка эффективности зануления. Подраздел равнозначен по объему подразделу 2.1 и составляет 50% раздела 2 ($\approx 24\%$ курса).

Выходное содержание курса (обобщение и контроль) – входит в часы разделов 1, 2.

На основе анализа курса построен граф дисциплины «Электробезопасность» (рисунок 1).

Контрольные точки (разрезы) можно установить после раздела 1 (К1) (проверка знаний физических основ опасности тока, мер защиты и УЗО) и после раздела 2 (К2) (контроль практических навыков и итоговый контроль).

Вес дуги между изучаемыми подразделами (У1, У2, У3, У4) – это экспертная независимая оценка доли знаний из предыдущего раздела, необходимых для освоения последующего.

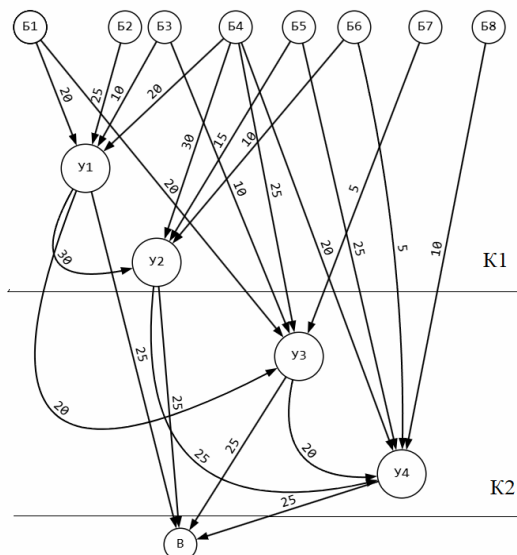


Рисунок 1 – Граф дисциплины «Электробезопасность»

Построенный граф задает систему связей изучаемых разделов (подразделов) с ранее изученными. В соответствии с данной системой строится учебный процесс и работа экспертно-обучающей системы.

Предполагается разработать и апробировать методы автоматизированной оценки текущего уровня знаний обучающихся и выработать рекомендации по корректировке учебного процесса на факультете «Технический сервис в АПК» Белорусского государственного аграрного технического университета при изучении дисциплины «Электробезопасность».

Список использованной литературы

1. Андруш В.Г. Охрана труда. Учебное пособие / В.Г. Андруш, Л.Т. Ткачева, Т.П. Кот; под ред. В.Г. Андруша – Минск: РИВШ, 2021. – 620 с.
2. Рысин, М.Л. Построение общей схемы образовательного процесса для дисциплин ИТ-профиля на основе экспертной системы / М.Л. Рысин // Центр научного сотрудничества «Интерактив плюс». – URL: <https://interactive-plus.ru/e-articles/195/Action195-12921.pdf> (дата обращения 05.04.2026).
3. Гданский Н.И. Комплекс научных исследований по оптимизации учебного плана в технических вузах / Н.И. Гданский, А.Л. Иванов, М.Л. Рысин // Московское научное обозрение. – 2012. – №2. – С.61–64.

4. Учебная программа учреждения высшего образования по учебной дисциплине «Электробезопасность» для специальности 6-05-1021-01 «Охрана труда на производстве» / сост. В.Г. Андруш, С.А. Корчик // утв. 26.06.2025. – пер. №УД-1676.

Summary. To optimize the teaching of academic disciplines, organize knowledge control and improve the quality of learning, one of the directions is to build a structure of training courses that sets a system of links between the studied sections and with previously studied topics of academic disciplines, which allows you to assess the current level of knowledge of students and develop recommendations for its adjustment.

УДК 631.3.004.67

Мисун А.Л., кандидат технических наук, доцент;

Горячко К.А., студент

Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

АНАЛИЗ ПРИЧИН ТРАВМАТИЗМА ПРИ ТЕХНИЧЕСКОМ ОБСЛУЖИВАНИИ И РЕМОНТЕ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Аннотация. Выполнен анализ травматизма при ремонте и техническом обслуживании транспортных средств сельскохозяйственного назначения. Предложены технические решения по повышению безопасности и снижению травматизма при выполнении технического обслуживания и ремонта транспортных средств сельскохозяйственного назначения.

Abstract. An analysis of injuries during agricultural machinery repair and maintenance agricultural transport vehicle. Technical solutions for improving safety and reducing injuries during agricultural machinery maintenance and repair agricultural vehicles.

Ключевые слова: безопасность, травматизм, транспортное средство сельскохозяйственного назначения, агропромышленный комплекс, техническое решение.

Keywords: safety, injuries, agricultural transport vehicle, agro-industrial complex, technical solution.

Обеспечение безопасных условий труда является приоритетной задачей в сельскохозяйственном производстве. Однако, несмотря на принимаемые меры, уровень травматизма в агропромышленном комплексе Республики Беларусь остается достаточно высоким, но благодаря усилиям органов госуправления, нанимателей и профсоюзов, число травмируемых на производстве снижается.

Во всем мире производственный травматизм трудящихся, к сожалению, является неотъемлемой составляющей трудовой деятельности. По данным Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь, Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь на 2025 год, сельскохозяйственный сектор остается одним из наиболее самых травмоопасных, и около 20 % от