

Бирзуль Алексей Николаевич

старший преподаватель

ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный

университет путей сообщения»

г. Хабаровск, Хабаровский край

Дубов Андрей Павлович

студент

Байкало-Амурский институт железнодорожного транспорта –

филиал ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный

университет путей сообщения»

г. Тында, Амурская область

DOI 10.31483/r-155562

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СНЕГА В ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТАХ ПО ФИЗИКЕ

***Аннотация:** в статье изложены вопросы организации лабораторных работ по физике с использованием снежных масс. Снег в учебных экспериментах выступает в двух ролях: как объект изучения и как вспомогательное средство (охладитель или площадь опоры). Раскрыто содержание пяти лабораторных работ со снегом, которые апробированы в Тындинском филиале ДВГУПС. Особое внимание уделено методике проведения подобных занятий и способам закрепления изученного материала.*

***Ключевые слова:** снег, методика преподавания физики, экология, гидрофизика, физические эксперименты.*

С зимы 2021 года в Тындинском филиале ДВГУПС на факультете высшего образования регулярно проводятся лабораторные работы по физике с использованием снега. За указанное время накоплен определенный методический опыт по проведению подобных физических экспериментов, которым вполне можно поделиться с профессиональным сообществом.

В 2023 году студентка ДВГУПС Юринская А.В. подготовила реферат по теме данной статьи, где встречаются такие вводные слова: «Для людей, живу-

щих в холодных регионах нашей страны, с ноября по апрель (почти весь учебный год) снег есть в шаговой доступности. Поэтому некоторые педагоги пользуются этой возможностью и показывают простые опыты на снеге без использования сложного, дорогостоящего оборудования». К приведенному абзацу учебного реферата можно добавить следующее.

Актуальность работы и выбор снега обусловлены тем, что Тында и Тындинский район приравнены к районам Крайнего Севера. Для нашей местности характерен резко континентальный климат с муссонными чертами (короткое, но теплое лето; многоснежная, затяжная и сухая зима). По этим причинам снег большую часть времени лежит на улицах, что делает его легкодоступным материалом для экспериментальных работ студентов.

Снег – это не просто замерзшая вода, а сложная дисперсная система, состоящая из льда, воздуха и различных примесей, что открывает широкие возможности для лабораторных работ по физике. В учебном пособии [2, с. 11] встречаем такую трактовку: «Снег – наиболее распространенный вид твердых атмосферных осадков». Здесь же можно найти и описание физических свойств снега и снежного покрова, которые могут быть необходимы при интерпретации результатов лабораторных работ студентами.

Отметим, что опыты со снегом не ограничиваются сугубо интересами физики и смежных с ней дисциплин. В работе [1, с. 67] показано, как снеговые воды помогают в понимании известной классификации водных загрязнений по фазово-дисперсному состоянию. При этом основные положения курса «Теоретические основы очистки воды» проверяются студентами с помощью простых экспериментов на пробах снеговых вод.

Далее дадим краткое описание пяти физических экспериментов, которые не один год проводятся на базе Тындинского филиала ДВГУПС.

Первая работа посвящена разделу «МКТ и термодинамика». Для данного эксперимента понадобится калориметр, термометр и секундомер. Важно, чтобы конструкция термометра позволяла стабильно измерять отрицательные значения температур. Для этих целей обычно подходит термошуп модели VA6502. В

ходе работы снег помещается в калориметр с термометром. Фиксация температуры должна проводиться студентами через равные промежутки времени (обычно 30–60 с), что позволит построить корректный график плавления. Характерной особенностью такого графика будет являться «плато» вблизи значения 0°C . Однако из-за наличия в городском снегу разных антропогенных примесей будет наблюдаться понижение температуры плавления (для Тынды автотрами установлен характерный диапазон $T_{\text{пл}}$ от минус $0,05^{\circ}\text{C}$ до минус $0,5^{\circ}\text{C}$). Студенты самостоятельно выявляют для себя такую важную закономерность: чем грязнее снег, тем температура плавления у него ниже. Данный эксперимент позволяет оценить степень чистоты снега конкретного района города. Также по полученным данным можно численно оценить изменение энтропии при плавлении снега (получаем ответ в Дж/К).

Вторая работа направлена на изучение электрических свойств талой воды. Удельная электропроводность (УЭП) является косвенным показателем присутствия ионных примесей в воде. Для работы понадобится кондуктометр и герметичная тара. При комнатных условиях растапливаем снег, а затем с помощью портативного кондуктометра любой марки измеряем УЭП образовавшейся снеговой воды. Обычно УЭП снеговой воды имеет «вилку» 12–85 мкСм/см: это ниже, чем у водопроводной (200–800 мкСм/см), но выше, чем у дистиллированной (по нормам не более 5 мкСм/см). Данный эксперимент удачно связывает физику и экологию и позволяет исследователям сделать выводы о загрязненности атмосферного воздуха в конкретных районах города. Студенты обычно трактуют вторую работу так: снеговая вода, взятая в более чистых местах, будет иметь электропроводность меньше, чем пробы, отобранные в более загрязненных точках города.

Третья работа относится к механике грунтов и направлена на изучение физических свойств сыпучих тел. Здесь речь идет про измерения угла естественного откоса (УЕО) у снежных масс. Для работы понадобится горизонтальная плоскость, транспорир либо угломер. Снег насыпается до образования характерного конуса, далее с помощью угломера или транспортира замеряется

угол между основанием и образующей конуса. Результат опыта зависит от силы трения между снежинками и влажности снеговой пробы. Сухой снег имеет УЕО в пределах $30-60^\circ$, а у влажного слипшегося снега другой диапазон значений (обычно $51-60^\circ$). Это имеет практическое значение для понимания механизмов возникновения лавин (в том числе на железных дорогах), а также поможет в правильной организации мест складирования снега в зимний период.

Четвертая работа связана с определением электрического сопротивления металлов при различных температурах, чаще всего используется медная намотка. Для работы понадобится заводская установка для определения температурного коэффициента сопротивления (школьный прибор ТКП), термометр, стакан, горячая вода и снег. Требуемая температура медного проводника создается горячей водой и снегом. С помощью мультиметра измеряется сопротивление установки при разных температурах. Чем выше температура проводника, тем больше сопротивление металла. Работа №4 показывает линейный рост сопротивления с температурой, что важно для расчёта потерь в проводах и кабелях в разных условиях эксплуатации. В связи с грядущими работами по электрификации БАМа, проходящими в зоне вечномерзлых грунтов, подобные опыты приобретают особую актуальность и несомненную практическую значимость.

Пятая работа – это демонстрация закона давления твердых тел. Для работы понадобятся сугроб, лыжи и один студент. Требуется, чтобы испытуемый наступил в сугроб в ботинках и в лыжах. В ботинках студент провалится глубоко, а в лыжах он погрузится в снег совсем немного, но почему? Дело в том, что подошва обуви мала, поэтому масса студента концентрируется на более малой площади, чем на лыжах (тем самым наблюдаем высокое давление на снег). В свою очередь у лыж большая площадь поверхности, и вес студента распределяется на большую площадь, из-за чего снег выдерживает давление, создаваемое весом студента. Данный опыт подтверждает, что при равной действующей силе (весе тела) давление обратно пропорционально площади опоры. Практическое значение данной работы можно увидеть при эксплуатации гусеничной техники, которая работает по такому же принципу, либо при строительстве зданий. Чем

тяжелее здание, тем больше потребуется площадь фундамента для распределения нагрузки на грунт.

По окончании выполнения каждой из работ важно опросить студентов с целью выявления понимания ими содержания проведенных экспериментов. Это позволит избежать механического и невдумчивого отношения студентов к физическому практикуму и выполняемым заданиям.

В таблице 1 показано, как контрольные вопросы по каждой работе могут быть связаны с уровнем подготовки студентов. При составлении таблицы 1 использованы биологические примеры, жизненные ситуации, а также случаи из реального производства. Для условий техникумов из приведенной таблицы можно специально выбирать практико-ориентированные вопросы, которым уделяется особое внимание в нормативных документах СПО.

Таблица 1

Примеры вопросов для студентов разного уровня подготовки

Номер работы в статье	Уровень усвоения материала		
	Пороговый	Повышенный	Высокий
1	Почему температура плавления городского снега не равна 0°C?	Как изменяется энтропия при плавлении снега?	В чем сходства и отличия графиков плавления снега и олова?
2	Почему абсолютно чистая вода практически не проводит электроток, а талая снеговая – проводит?	Как изменится УЭП проб, если взять снег в более грязном районе города?	Какие погрешности при измерении могут быть и как их минимизировать?
3	Что такое угол естественного откоса и какие две основные характеристики снега влияют на его величину?	Почему влажный снег образует более крутой конус нежели сухой?	Какое практическое применение имеет данная работа для снегоборьбы?
4	Как изменяется электрическое сопротивление меди при повышении температуры?	Почему при нагревании металла увеличивается его электрическое сопротивление?	Чем отличается зависимость сопротивления температуры у металлов и полупроводников?
5	Почему снег скрипит под ногами?	Какие особенности строения есть у животных, которые могут бегать по снегу, не	Почему прыгать с обрыва в снег безопаснее, чем на голую землю?

Попутно важно отметить, что в каждом учебном заведении могут быть приняты те работы из предложенных выше, которые наиболее подходят для профиля выпускаемых специалистов. В настоящее время авторы работают над расширением перечня лабораторных работ со снегом. Методической основой для новых экспериментов служит учебное пособие [3].

И в заключение подведем предварительные итоги проведенных лабораторных работ. Подчеркнем такие важные моменты. Во-первых, использование снега в лабораторной практике позволяет разнообразить учебный процесс по физике в институтах и техникумах. Во-вторых, материал для исследований легкодоступен и имеется в наличии большую часть учебного года. В-третьих, снег помогает ознакомиться с некоторыми разделами физики не только в теории, но и на практике. Наконец, можно получить важные данные для снегоборьбы и размещения снега.

Опыт проведения лабораторных работ со снегом в БАМИЖТ показывает, что предлагаемый метод обучения благодаря своей необычной наглядности и доступности облегчает понимание некоторых физических законов.

Список литературы

1. Бирзуль А.Н. Демонстрационные опыты по дисциплине «Теоретические основы очистки воды» / А.Н. Бирзуль // Региональная экология: актуальные вопросы теории и практики: сб. материалов Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием (Вольск, 17 мая 2022 г.). – Чебоксары: Среда, 2022. – С. 65–69. EDN LHFJDB

2. Козлов Д.В. Гидрофизика водных объектов: учеб. пособие / Д.В. Козлов, Т.И. Матвеева, А.М. Бакштанин. – М.: КноРус, 2026. – 224 с. EDN CRQNXF

3. Орлов В.А. Равновесная и неравновесная термодинамика: элективный курс: учеб. пособие / В.А. Орлов, Г.Г. Никифоров. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2005. – 120 с.