



Методические особенности изучения темы «Магнитное поле и его характеристики» в курсе общей физики технического вуза

Нина Павловна Крукович

Калининградский государственный технический университет, Калининград, Россия
krukovichnina@mail.ru

Аннотация. Исследуются вопросы методики изучения темы «Магнитное поле» в техническом вузе. Анализируются традиционные подходы к определению ключевой величины магнетизма – вектора магнитной индукции \vec{B} . Отмечаются их достоинства и недостатки в зависимости от условий обучения и желаемых результатов. Приводится вариант оптимальной формулировки основной характеристики магнитного поля, необходимой для формирования глубокого и практико-ориентированного понимания этой величины студентами технического вуза.

Ключевые слова: физика, высшее техническое образование, обучение физике, магнитное поле, магнитная индукция

Для цитирования: Крукович, Н. П. Методические особенности изучения темы «Магнитное поле и его характеристики» в курсе общей физики технического вуза // Известия Балтийской государственной академии рыбопромышленного флота. – 2026. – № 1(75). – С. 222–226.

Физика, как развивающаяся фундаментальная наука, отражающая наиболее общие закономерности в природе, всегда востребована в любой сфере инженерной деятельности. Это инициирует и поддерживает потребность в физическом образовании в качестве базового в техническом вузе. Прочные знания по физике являются основой дальнейшего получения знаний и умений в области узкой специализации будущих инженеров [1].

Физические основы необходимы для формирования мировоззрения студента, для понимания и описания физических систем и явлений, что впоследствии позволяет решать практические задачи, разрабатывать новые технологии.

В настоящее время лекция по физике остается ведущей формой обучения и должна не только знакомить студентов с материалом курса, но и обучать методам работы с информацией, представленной в разных видах.

Совершенствование преподавания физики в высшей школе неразрывно связано с совершенствованием лекционного курса. В процессе преподавания любой дисциплины важен не только отбор фактического материала, но и метод изложения, который помогает связывать отдельные факты и встраивать их в систему знаний [2].

В методике преподавания можно выделить два основных подхода, которые часто комбинируются.

В основе индуктивного подхода лежит опыт, эксперимент. Индуктивный подход соответствует историческому пути познания. Формирование понятия идет от частных фактов к общим законам с высокой наглядностью и постепенно складывающейся в систему картиной. Сложность восприятия при этом доступна большинству студентов технических специальностей.

Студентам чаще бывает проще понять материал, который опирается на конкретные эксперименты.

Основой дедуктивного подхода является постулирование основных уравнений поля – уравнений Максвелла в общем виде как фундаментальных законов природы. Далее из них выводятся все частные законы: закон Био-Савара-Лапласа, теорема о циркуляции и другие.

С самого начала формируется единая, логически стройная картина электромагнетизма.

На практике оптимальным решением для технического вуза является комбинированный подход, который берет лучшее от обоих методов.

Рассмотрим возможные подходы к изложению темы «Магнитное поле и его характеристики» для студентов инженерных специальностей.

Формирование корректного представления о магнитном поле – одна из ключевых и сложных задач при изучении раздела электромагнетизма в курсе общей физики технического вуза. Этот процесс является многоэтапным и строится по принципу «от простого к сложному», постоянно расширяя и углубляя первоначальное понятие. Представления о магнитном поле в курсе общей физики формируются, опираясь на знания из школьного курса.

На первом этапе дается качественное представление о магнитном поле посредством проведения опытов. Демонстрируются опыты с действием магнитного поля на движущиеся заряды, опыты с рамкой с током в поле постоянного магнита, взаимодействие проводников с током.

Далее необходимо количественное описание. Вводится вектор магнитной индукции \vec{B} как силовая характеристика поля. Определение вектора магнитной индукции является одним из наиболее сложных в курсе общей физики. У студентов возникают трудности и непонимание.

Во-первых, студенты должны хорошо знать векторное произведение двух векторов из курса математики и именно в той форме, которая необходима для понимания векторной физической величины.

Во-вторых, трудности вызывают разные виды формулировок определения вектора магнитной индукции, которые приводятся в учебной литературе. [3-6]. Рассмотрим некоторые из них.

Магнитное поле имеет направленный характер и должно характеризоваться векторной величиной. Определение векторной физической величины должно включать в себя определение и направления и модуля этой величины.

Магнитное поле обнаруживает себя по силовому действию на движущийся заряд, на элемент с током, на замкнутый виток с током. С помощью этих объектов исследуется магнитное поле и определяется его характеристика – вектор магнитной индукции \vec{B} .

В учебном пособии [3] определение вектора \vec{B} вводится следующим образом.

«Из результатов опытов Ампера и последующих многочисленных исследований можно сделать следующие выводы.

Способность магнитного поля вызывать появление механической силы, действующей на какой-либо элемент с током $I \cdot d\vec{l}$ можно количественно описать, задавая в каждой точке поля некоторый вектор \vec{B} . При этом сила, действующая на элемент с током равна:

$$d\vec{F} = I \cdot [d\vec{l} \cdot \vec{B}] \quad (1)$$

Вектор \vec{B} называется магнитной индукцией и является основной характеристикой магнитного поля. Соотношение же (1) есть определение магнитной индукции».

Такое узко-силовое определение не поясняет направление \vec{B} . Пользуясь таким определением, студенты часто не могут объяснить как определяется направление \vec{B} и дают следующее логически неверное определение модуля вектора \vec{B} :

$$B = \frac{dF}{I \cdot dl \cdot \sin(d\vec{l} \vec{B})} \quad (2)$$

Таким образом, компактное определение вектора \vec{B} из формулы (1) воспринимается студентами с большим трудом.

В учебном пособии [5] магнитное поле рассматривается как релятивистский эффект и как следствие получается формула для силы Лоренца:

$$\vec{F} = q \cdot [\vec{v} \cdot \vec{B}] \quad (3)$$

Однако, данный подход может быть сложен для восприятия студентами с недостаточно развитым абстрактным мышлением. Будущему инженеру может быть непонятна практическая ценность столь абстрактного изложения.

Как показывает опыт преподавания физики в техническом вузе, сложным для восприятия



студентами представляется и определение вектора \vec{B} в том случае, когда в качестве объекта, с помощью которого исследуется поле, берется плоский замкнутый контур с током, имеющий магнитный момент [4]:

$$\vec{P}_m = I \cdot S \cdot \vec{n}, \quad (4)$$

где I – сила тока; S – площадь контура; \vec{n} – положительная нормаль к контуру.

На элемент с током, помещенный в магнитное поле, будет действовать сила (1), а на контур – вращающий момент, определяемый следующим выражением:

$$\vec{M} = [\vec{P}_m \cdot \vec{B}] \quad (5)$$

Магнитная индукция численно равна отношению модуля вращающего момента, действующего в магнитном поле на небольшую рамку с током, к модулю магнитного момента рамки при такой её ориентации в поле, когда это отношение достигает максимального значения. По направлению вектор \vec{B} совпадает с вектором магнитного момента рамки, находящейся в положении устойчивого равновесия в рассматриваемой точке поля.

Слабому студенту сложно охватить в одном определении сразу столько понятий – и магнитный момент и вращающий, еще и векторное произведение двух векторов.

И наконец формулировка, которая приводится в учебном пособии Детлафа А. А. и Яворского Б. М. [6]. Согласно этой формулировке перед тем, как дать определение \vec{B} , студентам важно понять, что в качестве объекта, с помощью которого исследуется магнитное поле, берется движущийся заряд и что сила \vec{F} , действующая со стороны магнитного поля на него или заряженную частицу, подчиняется следующим закономерностям.

1. Вектор силы \vec{F} всегда перпендикулярен скорости \vec{v} частицы.

2. При изменении направления скорости частицы в данной точке поля модуль силы \vec{F}

изменяется в пределах от нуля до максимального значения F_{\max} .

3. Отношение модуля силы к модулю заряда и модулю скорости

$$\frac{|\vec{F}|}{|q|\vec{v}|}$$

не зависит ни от заряда частицы, ни от модуля скорости.

Для определения характеристики магнитного поля магнитной индукции \vec{B} используется тот случай, когда направление скорости заряда q таково, что модуль силы, действующей на заряд максимален [6].

И только после объяснения этих закономерностей, полученных опытным путем, можно дать следующее определение вектора магнитной индукции \vec{B} .

1. Модуль вектора магнитной индукции \vec{B} равен отношению максимального значения модуля силы, действующей со стороны магнитного поля на движущийся заряд в данной точке к произведению модуля заряда и модуля скорости этого заряда:

$$B = \frac{F_{\max}}{|q|v}$$

2. Направлен вектор магнитной индукции \vec{B} так, что вектора \vec{F}_{\max} , \vec{v} , \vec{B} образуют правую тройку векторов для случая $q > 0$, как показано на рисунке.

После этого определения вектора \vec{B} логично дать математическую связь между силой Лоренца и вектором магнитной индукции.

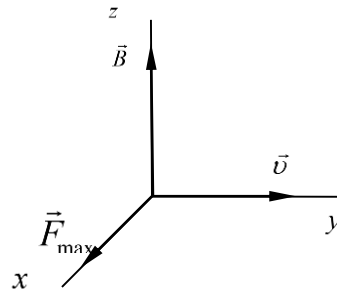


Рис.

Эксперимент показывает, что сила Лоренца равна произведению заряда на векторное произведение векторов скорости заряда и магнитной индукции:

$$\vec{F}_L = q[\vec{v} \cdot \vec{B}]$$

Аналогичное определение \vec{B} можно дать, если использовать элемент с током в качестве объекта, с помощью которого исследуется магнитное поле. Это определение формулируется следующим образом [6].

Если расположить элемент проводника с током $I \cdot d\vec{l}$ так, что модуль силы будет максимален, то модуль вектора магнитной индукции будет равен:

$$B = \frac{dF_{\max}}{I \cdot dl}$$

Направлен вектор магнитной индукции \vec{B} так, что вектора $d\vec{F}_{\max}$, $d\vec{l}$, \vec{B} составляют правую тройку векторов. После того как сформулировано определение \vec{B} логично ввести математическое выражение для силы Ампера, полученное на основе эксперимента.

Из опыта установлено, что сила Ампера равна произведению силы тока на векторное произведение векторов элемента длины $d\vec{l}$ проводника и магнитной индукции \vec{B} :

$$d\vec{F}_A = I \cdot [d\vec{l} \cdot \vec{B}]$$

В заключение отметим, что не существует единственной «идеальной» формулировки, оторванной от педагогического процесса.

Как показала практика преподавания курса общей физики на технических специальностях морского вуза, с методической точки зрения представляется наиболее эффективным использование последних двух определений \vec{B} . Такой подход превращает абстрактное понятие «вектор магнитной индукции» в мощный и понятный инструмент, который студент может использовать и грамотно применять для решения инженерных задач. Именно это единство понимания и умения – залог успешного освоения электромагнетизма будущими инженерами.

Список источников

1. Лидер, А. М., Складорова, Е. А., Сёмкина, Л.И. Вопросы методики преподавания курса физики в техническом университете // *Фундаментальные исследования*. – 2015. – № 2-4. – С. 787–790. – URL: <https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=36934> (дата обращения: 28.10.2025).
2. Крукович, Н. П. О методике использования блок-схем как средства наглядности и ориентировочной основы в преподавании и изучении физики в техническом вузе // *Известия Балтийской государственной академии рыбопромыслового флота*. – 2016. – № 2(36). – С. 104–110.



-
3. Калашников, С. Г. Электричество : учебное пособие для студентов вузов / С. Г. Калашников. – Москва : Физматлит, 1985. – 624 с.
 4. Савельев, И. В. Курс общей физики : учебное пособие для студентов вузов : в 5 т. / И. В. Савельев. Электричество и магнетизм. – Москва : Лань, 2021. – Т. 2. – 352 с.
 5. Матвеев, А. Н. Электричество и магнетизм : учебное пособие. – Москва : Высшая школа, 1983. – 463 с.
 6. Детлаф, А. А. Курс физики : учебное пособие для студентов вузов / А. А. Детлаф, Б. М. Яворский. – Москва : Высшая школа, 2002. – С. 272–274.

Информация об авторе

Н. П. Крукович – кандидат технических наук, доцент.

Статья поступила в редакцию 14.01.2026; одобрена после рецензирования 16.02.2026; принята к публикации 24.02.2026.