

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Северный (Арктический) федеральный университет  
Имени М.В. Ломоносова»

**Д.Б. Сидоров**

# **ЛЕКЦИИ ПО ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ МЕХАНИКЕ**

Учебное пособие

Архангельск  
Издательство «Пресс Принт»  
2017

УДК 531.01(075.8)+534(075.8)  
ББК 22.21я73

Рекомендовано к изданию  
кафедрой фундаментальной и прикладной физики  
Высшей школы естественных наук и технологий  
Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова  
22 мая 2017 года.

*Рецензенты:*

*М.К. Есеев,* доктор физико-математических наук, доцент,  
зав. лабораторией физико-аналитических методов  
института комплексного изучения Арктики ФИЦКИА  
РАН  
*А.К. Титов,* доцент кафедры фундаментальной и прикладной физики  
С(А)ФУ, кандидат физико-математических наук

**Сидоров, Дмитрий Борисович**  
С347 Лекции по теоретической механике : учебное пособие : /  
Д.Б. Сидоров; М-во образования и науки Рос. Федерации,  
Сев.(Аркт.) федер. ун-т. Им. М.В. Ломоносова. – Архангельск:  
«Типография Пресс-Принт», 2017. – 120 с.

В пособии рассмотрены основные разделы теоретической механики, в частности: движение материальной точки, уравнения твердого тела, гармонические колебания, теория столкновений и канонические уравнения.

Издание предназначено студентам II и III курса Высшей школы естественных наук и технологий, специальность 44.03.05 «Педагогическое образование» профиль «Физика и Информатика» и 28.03.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника» для самостоятельной работы при изучении курса "Теоретическая механика".

УДК 531.01(075.8)+534(075.8)  
ББК 22.21я73

© Сидоров Д.Б.  
© Северный (Арктический)  
федеральный университет  
имени М.В. Ломоносова, 2017

## **Предисловие**

Данное учебное пособие рассчитано на лекционный курс из 20 лекций и содержит 7 разделов (тем). Пособие разработано в соответствии с Рабочей программой дисциплины «Теоретическая механика» специальности 44.03.05 «Педагогическое образование» профиль «Физика. Информатика» и 28.03.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника».

Рассмотрены основные разделы теоретической механики, в частности: движение материальной точки, уравнения твердого тела, гармонические колебания, теория столкновений и канонические уравнения.

Целью данного пособия является помочь студентам в изучении курса теоретической механики вышеперечисленных специальностей в дополнение к рекомендованной литературе по предмету.

Отсюда получим

$$\frac{d}{dl} \left[ \sqrt{E-U} \frac{d\mathbf{r}}{dl} \right] = - \frac{1}{2\sqrt{E-U}} \frac{\partial U}{\partial \mathbf{r}}.$$

$$v = \sqrt{\frac{2}{m}} \sqrt{E-U}, \quad dl = v dt = \sqrt{\frac{2}{m}} \sqrt{E-U} dt.$$

$$\sqrt{E-U} = \sqrt{\frac{m}{2}} \frac{dl}{dt}, \text{ тогда}$$

$$\begin{aligned} \frac{d}{dl} \left[ \sqrt{E-U} \frac{d\mathbf{r}}{dl} \right] &= \sqrt{\frac{m}{2}} \frac{d}{dl} \left( \frac{dl}{dt} \frac{d\mathbf{r}}{dl} \right) = \sqrt{\frac{m}{2}} \frac{d}{dl} \left( \frac{d\mathbf{r}}{dt} \right) = \\ &= \sqrt{\frac{m}{2}} \frac{d}{dt} \left( \frac{d\mathbf{r}}{dt} \right) \frac{dt}{dl} = \frac{m}{2} \frac{1}{\sqrt{E-U}} \frac{d^2 \mathbf{r}}{dt^2} \\ m \frac{d^2 \mathbf{r}}{dt^2} &= - \frac{\partial U}{\partial \mathbf{r}}. \end{aligned}$$

Замечания:

$$1. \quad S_0 = \int_A^B \sqrt{2(E-U) \sum_{i,k} a_{ik} dq_i dq_k} = \int_A^B \sqrt{\sum_{i,k} b_{ik} dq_i dq_k} = \int_A^B dS,$$

где  $b_{ik} = 2(E-U)a_{ik}$ .

Видим, что траекторией частицы является геодезическая линия в пространстве с метрикой  $b_{ik}$ .

2. Аналогия с принципом Ферма

$$t = \int_l^{l_0} \frac{dl}{v(l)}, \text{ где } v(l) - \text{местная скорость света в среде (в точке } l).$$

$$\text{Показатель преломления } n(l) = \frac{c}{v(l)}.$$

$$t = \int_l^{l_0} n(l) dl \Rightarrow \text{Принцип Ферма: } \delta \int_{l_-}^{l_1} n(l) dl = 0.$$

$$\text{Принцип Мопертюи: } \delta \int_{l_-}^{l_1} m v dl = 0, \text{ т.е. } m v \Leftrightarrow n(l).$$

**Задачи**