

# Общая физика

## 1-й семестр

### *«Механика»*

**Борзосеков Валентин Дмитриевич**

*tinborz@gmail.com*

+7-926-3770421

Контакты старост?  
(ФИО, тел., e-mail).

# Почему нужна физика?

- Физика = Философия?
- Техника, промышленность, измерительные приборы
- Химия (неорганическая\органическая) – Квантовая механика
- Биология – циркуляция крови – гидродинамика // нервы – электричество // зрение – оптика
- Техника эксперимента
- и т.д.

## Зачем мы решаем задачи по физике?

- Профессия — «решатель задач по физике» (отгадыватель кроссвордов)?
- На простых примерах понять особенности физических явлений
- Простейшие примеры расчетов (многие используются и в быту, но реальные задачи обычно сложнее и требуют учета большего количества факторов)

# Учебники

- 1) Д. Джанколи // Физика - Том 1 // М.:Мир, 1989
- 2) **И.В. Савельев // Курс общей физики. В 5 тт. Т. 1. Механика: Учебное пособие. 5/е изд., испр. — СПб.: Издательство «Лань», 2011. — 352 с.**
- 3) Д. Орир // Физика – Полный курс – Примеры, задачи, решения – Учебник // М.: «КДУ», 2010
- 4) Т.И. Трофимова // Курс физики – издание седьмое // М.: Высшая школа, 2003
- 5)\* Р. Фейнман, Р. Лейтон, М. Сэндс // Фейнмановские лекции по физике – 9 томов // М.:URSS, 2014.

# Задачники

- 1) Т.И. Трофимова // Сборник задач по курсу физики// М.: Высшая школа, 1996
- 2) А.Г. Чертов, А.А. Воробьев // Задачник по физике – издание пятое, переработанное и дополненное // М.: Высшая школа, 1988
- 3) И.Е. Иродов // Задачи по общей физике – издание второе, переработанное // М.: Наука, 1988

*(Если не пришлю ссылки до субботы – позвоните напомните!)*

## Полезные советы

- Минимальное время на чтение (для «троечников») – 40 мин каждую неделю
- После лекций в потратьте вечером этого дня или следующего 5-10 минут – пробежаться по тому материалу который был.
- Выберите свой учебник, который наиболее понятно и полно раскрывает материал. Хорошо, если в группе, кто-то читает один учебник, кто-то другой – можно обмениваться мнениями.
- Задачи в учебнике иногда очень полезные, т.к. улавливают суть физического явления и отражают наиболее важные аспекты теоретического материала.
- В задачниках в начале раздела приводятся основные формулы и примеры решения задач.
- Существуют решебники и интернет — только крайний случай, т.к. скорее всего получится упражнение по каллиграфии без понимания сути физического явления, но в тоже время, не надо сидеть над задачей пол часа, не понимая с чего начать. Полезно обговорить с «понимающими» коллегами по группе как решать и как она раскрывает изучаемые физические явления.
- Важно конспектировать лекции, несмотря на презентационную подачу. (*лучше запоминается?*). Почти два часа времени, которые вы можете потратить с пользой, будет легче запомнить и освоить материал и не тратить потом дополнительное время на самостоятельный разбор учебника.
- Конспектировать слова преподавателя, если кажется важным, не ждать, что он скажет, «а вот это запишите в тетрадь»

## Полезные советы

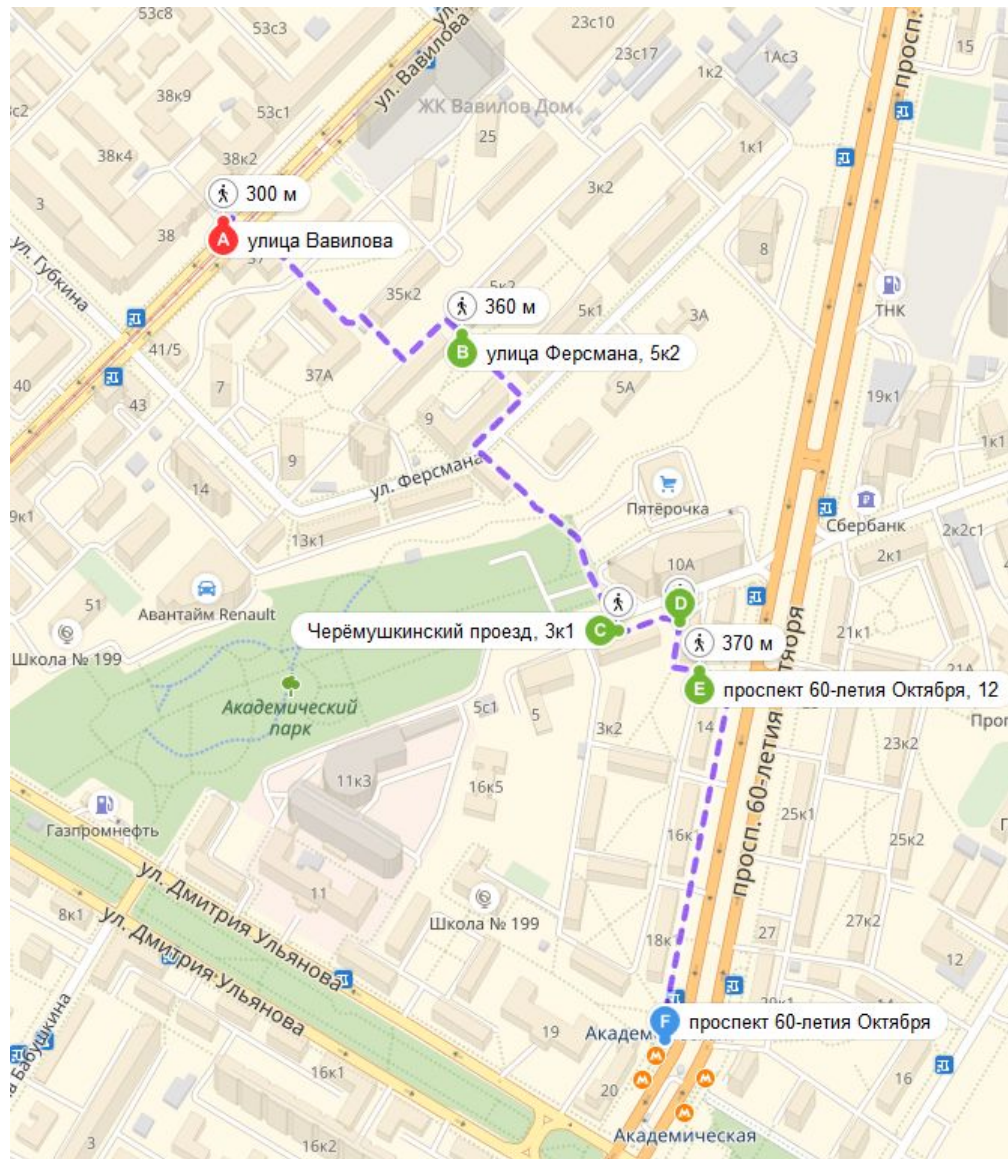
- Серьезно подходите к курсу высшей математики

**!!! Готовьтесь к лабораторным работам заранее...**

Необходимо не просто заполнить тетрадь, а знать теоретическую часть, т.к. допуск к лабораторной – «что будете делать, что ожидаете получить, почему это должно получиться...»

- Преподаватель  $\neq$  Учитель ||| ВУЗ  $\neq$  Школа ||| ВУЗ  $\approx$  Работа
- Мы всегда на вашей стороне... если вы проявляете старание
- Возможно проведение дополнительных занятий
- Если не высылаю до субботы презентацию по последнему семинару – лучше позвонить (*не стесняйтесь быть слегка назойливыми в том, что касается вашего успешного обучения*)
- Самообразование (помимо основных дисциплин), иностранные языки
- Если какое-то направление интересует – узнавайте какие книги вам могут порекомендовать, чтобы начинать читать уже сейчас (даже если будет понятно только 20-30%). Используйте время обучения в ВУЗе для чтения доп. литературы по специальности (*получите конкурентные преимущества при устройстве на работу*), потом его будет крайне мало (*но про отдых тоже нельзя забывать*).

# Маршрут



<https://yandex.ru/maps/-/CBVQIKBHtC>

**У нас строгий пропускной режим!**

**НЕ ЗАБЫВАЙТЕ ПАСПОРТ!**

*По студенческому не пропустят.*

Когда будете менять паспорт по утере или  
по достижению 20 лет...

Требуйте справку по специальной форме  
(с фотографией) на срок изготовления  
нового паспорта!

# Контроль знаний

4 семестра общей физики:

- Механика
- Электричество и магнетизм
- Оптика
- Атомная физика

Первые 3 семестра – зачет

4-й семестр – итоговый экзамен по **ВСЕМ** разделам

**Зачет** – итоговая контрольная:

$6 \leq$  число задач

Необходимо решить не менее **5** задач

Три возможности уменьшить число задач необходимых для получения зачета:

- 1) *Посещаемость  $\geq 80\%$*
- 2) *Активность (решение задач у доски — про застенчивость необходимо забывать, когда дело касается вашего личного успеха в учебе, работе и т.д.)*
- 3) *Контроль выполнения домашнего задания (1 задача из домашнего задание, 5 минут на выполнение, можно заранее приготовить лист с выписанными формулами и константами по данной теме; если не выполнено или выполнено неверное — долг по этой теме)*

**Допуск** к зачету – выполненные и защищенные лабораторные работы + закрытые долги по домашнему заданию



# Оформление задач

- Дано, найти, решение
- Комментарии (названия уравнений, законов; подставим (выразим) уравнение (1) в (2); объяснения использованных физ. моделей, упрощений); если формула не универсальная (общая), то для какого она объекта)
- В проверочных можно получить ответ в общем виде (символьный) и подставить числа, но не проводить вычисление (калькулятором можно пользоваться – телефоном нет) — это покажет, что вы знаете, что за физические величины и константы в полученном ответе.

<b>Вторник</b>	1 курс (20 чел) <b>15<sup>30</sup>—18<sup>00</sup></b> «Механика»
	1. 25.09.18
	2. 9.10.18
	3. 23.10.18
	4. 6.11.18
	5. 20.11.18
	Доп. занятие: 18.12.18

## Лабораторные работы

Скачать методическое пособие (лучше с сайта группы в контакте) и подготовиться (быть готовым отвечать на контрольные вопросы; рассказывать о том, что будет выполняться в этой работе; оформить лабораторную тетрадь сделав записи, указанные в методическом пособии).  
Первая работа – «Определение плотности...»

## Где найти методичку?

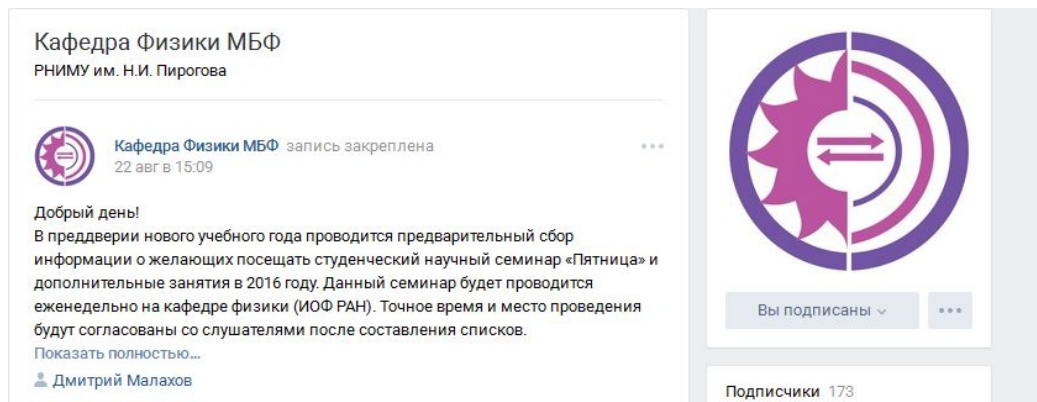
<http://www.rsmu.ru>

[Главная](#) » [Образование](#) » [Высшее образование - бакалавриат, специалитет](#) » [Факультеты](#) » [Медико-биологический факультет](#) » [Кафедры](#) » [Кафедра физики](#) » [Учебно-методическая работа](#) » [Учебно-методические материалы](#)

<http://www.rsmu.ru/16038.html>

## Где найти нас?

[https://vk.com/mbf\\_phys](https://vk.com/mbf_phys)



Кафедра Физики МБФ  
РНИМУ им. Н.И. Пирогова

Кафедра Физики МБФ запись закреплена  
22 авг в 15:09

Добрый день!  
В преддверии нового учебного года проводится предварительный сбор информации о желающих посещать студенческий научный семинар «Пятница» и дополнительные занятия в 2016 году. Данный семинар будет проводиться еженедельно на кафедре физики (ИОФ РАН). Точное время и место проведения будут согласованы со слушателями после составления списков.  
[Показать полностью...](#)

Дмитрий Малахов

Вы подписаны ▾

Подписчики 173



Н. Г. Басов и А. М. Прохоров в лаборатории

1964 г.

## Нобелевская премия

*«За фундаментальные работы в области квантовой электроники, которые привели к созданию генераторов и усилителей на лазерно-мазерном принципе»*

Н.Г. Басов, А.М. Прохоров, Ч. Таунс



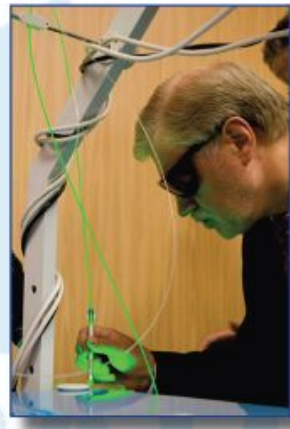
Директор ИОФ РАН  
Гарнов Сергей Владимирович

## Лазерный хирургический комплекс "Лазурит"

Разработан, внедрен в клиническую практику и доведен до серийного производства лазерный хирургический комплекс "Лазурит". Уникальность этого комплекса состоит в том, что в этом приборе в одном корпусе соединены сразу два медицинских лазера. Один из них – лазер-литотриптор, который позволяет разрушать камни любой локализации в организме человека и при этом безопасен для пациента. Другой – мощный хирургический лазер для проведения оперативного вмешательства на мягких тканях.

Проведение малоинвазивных эндоскопических и лапароскопических вмешательств с применением комплекса "Лазурит" высокоэффективно и безопасно. Разработаны принципиально новые медицинские технологии по лечению мочекаменной болезни и стриктуры уретры (разрешение Федеральной службы по надзору в сфере здравоохранения и социального развития ФС № 2008/270 и ФС № 20008/271).

Предложены и успешно опробованы медицинские технологии лечения злокачественных образований почки и мочевого пузыря. Возможности комплекса позволили с минимальными кровопотерями выполнять лапароскопические резекции опухолей почки размерами до 4,0 см без пережатия почечных сосудов и создания искусственной



Лазерный хирургический комплекс "Лазурит"

ишемии. У больных с выраженной сопутствующей патологией, при начальных стадиях рака в единственной почке, когда риск операции крайне высок, успешно применена методика внутривисочечной лазерной коагуляции как перспективная технология лечения.

## Фемтосекундная система для микрохирургии глаза "Фемто Визум"

Фемтосекундная лазерная система "Фемто Визум" позволяет проводить внутривисочечные операции без повреждения внешних слоев роговицы и дает возможность реализовать большое число офтальмологических технологий.

Сфокусированный пучок фемтосекундного лазера действует на роговицу как скальпель, производя микроразрезы внутри роговицы и не затрагивая при этом ее поверхностных слоев.



Система "Фемто Визум"

## Лазерная офтальмологическая установка нового поколения «МикроСкан»

Установка «МикроСкан» для проведения операций по коррекции всех видов аномалий рефракции — миопии, гиперметропии, астигматизма — разработана Центром физического приборостроения ИОФ РАН в г. Троицк (ЦФП ИОФ РАН) совместно с ФГУ МНТК «Микрохирургия глаза» им. академика С.Н. Федорова и обладает высоким уровнем безопасности, точности, надежности и эффективности.



Эксимерлазерная офтальмологическая установка «МикроСкан»

Хирургическая рефракционная установка «МикроСкан» использует технологию с применением метода сканирования лазерного луча по поверхности роговицы (или, как часто называют, метода «летающего пятна» – flying spot).

В качестве источника излучения в установке используется эксимерный лазер (также разработанный в ЦФП ИОФ РАН), генерирующий световые импульсы

ультрафиолетового диапазона с длиной волны 193 нм и частотой импульсов до 300 Гц. Оптическая система установки формирует на поверхности роговицы пятно диаметром 0,7 мм. Это пятно перемещается сканером по строго рассчитанной траектории, испаряя ткань роговицы до получения заданного профиля ее поверхности.

## Эксимерный лазер МЛ-308 для терапии кожных заболеваний

МЛ-308 — эксимерный лазер на хлориде ксенона (XeCl). Этот прибор обеспечивает узконаправленное (но безболезненное), высокоинтенсивное излучение для фототерапии псориатических бляшек, а также депигментированных участков кожи, не затрагивая здоровую ткань.

В отличие от традиционных УФ-систем, имеющих широкий спектр от 290 до 320 нм, эксимерный лазер МЛ-308 генерирует монохроматическое излучение с длиной волны 308 нм, которая считается самой эффективной для лечения псориаза и витилиго. Гибкий световод, оснащенный наконечником с насадками разного диаметра, обеспечивает прицельное воздействие на пораженный участок. Благодаря направленности воздействия, эксимерный лазер МЛ-308 обрабатывает поврежденные участки кожи большими дозами УФ-излучения по сравнению с традиционными УФ-системами.

Показаниями для применения МЛ-308 являются такие распространенные диагнозы, как псориаз, витилиго, экзема, герпес, нейродермит.



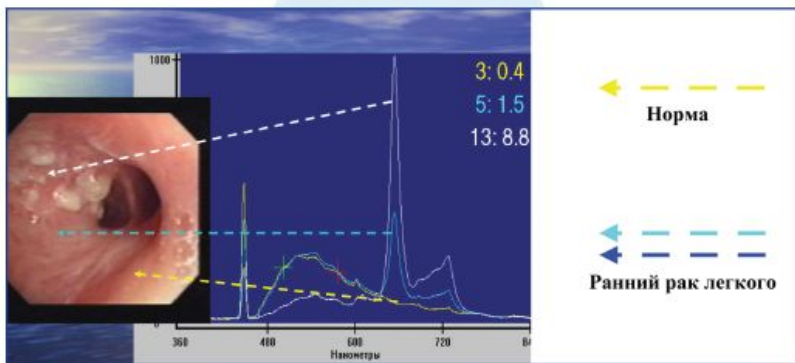
Эксимерный лазер МЛ-308

## Спектральные флуоресцентные методы ранней диагностики рака

В настоящее время, несмотря на совершенствование методов хирургического, лучевого и лекарственного лечения, для большинства онкологических больных актуальной является ранняя диагностика рака, определяющая прогноз и эффективность его лечения.

Для обнаружения злокачественных опухолей малых размеров, локализирующихся в поверхностных слоях кожи и слизистой оболочки внутренних органов, перспективными являются спектральные флуоресцентные методы.

В ходе совместных исследований в области флуоресцентной диагностики сотрудниками МНИОИ им. П.А. Герцена и ИОФ РАН разработаны методики локальной флуоресцентной спектроскопии и приборы для флуоресцентной диагностики раннего рака кожи и слизистых оболочек дыхательных путей, желудочно-кишечного тракта, мочеполовой системы.



Пример использования локальной флуоресцентной спектроскопии в эндоскопической диагностике раннего рака легкого на установке "Спектр-Кластер" (ИОФ РАН)

## Плазменные высокочастотные электрохирургические аппараты

Исследования взаимодействия низкотемпературной плазмы высокочастотного тлеющего разряда (с температурой, регулируемой в диапазоне от 100 до 800°C) с биологическими тканями привели к разработке принципиально новых электрохирургических технологий, показавших высокую эффективность в таких областях медицины, как онкология, общая хирургия, гинекология, гнойная хирургия, дерматовенерология и др. (совместно с ООО «Новые энергетические технологии» и Институтом биологии развития им. Н.К. Кольцова РАН).



Аппарат "ПлазмоТом-ГХ" для применения в гинекологии

*Разрабатываемая технология регулирования температуры плазмы позволяет*

- получать сверхтонкие (шириной не более 100 мкм) разрезы с повреждением тканей на стенках разреза на глубину не более 10 клеточных слоев;
- избежать некроза краев раны и повреждения тканей краев раны на толщину более 10 клеточных слоев;
- достичь высокой скорости рассечения тканей (до 2 см/сек при глубине рассечения до 5 мм);
- обеспечить возможность комбинированного воздействия в режимах рассечения и коагуляции.

*Высокочастотные плазменные электрохирургические аппараты серии "ПлазмоТом"*

- аппарат "ПлазмоТом-ГХ" для применения в гинекологии;
- аппарат "ПлазмоТом-ОХ" для применения в общей хирургии;
- аппарат "ПлазмоТом-ЧХ" для применения в челюстно-лицевой хирургии и дерматокосметологии.

## Установка "Мария" для лечения тяжелых форм туберкулеза

Разработана и доведена до действующей модели технология лечения тяжелых форм туберкулеза и других заболеваний легких.

Лазерная медицинская установка "Мария" предназначена для лечения кавернозных и фиброзно-кавернозных форм туберкулеза. Уникальностью данной технологии лечения является эффективное подавление развития бактерий-возбудителей туберкулеза и представителей неспецифической флоры, в том числе устойчивых к применению антибактериальных препаратов за счет совместного воздействия лекарственных средств и физического фактора — ультрафиолетового лазерного излучения.

При консервативном химиотерапевтическом лечении значительная часть пациентов, инфицированных резистентными бактериями, является неизлечимой; при помощи "Марии" таких больных удастся излечивать. Установка отмечена Золотой медалью на 51-м Всемирном салоне изобретений, научных исследований и промышленных инноваций "Брюссель-Эврика 2002".



Установка "Мария"

## Установка для экспресс-диагностики туберкулеза "Спектролюкс-МБ"

Совместно со специалистами ЦНИИ туберкулеза РАМН разработана методика экспресс-диагностики туберкулеза.

Методика основана на лазерной спектроскопии плазмы крови пациентов. Луч лазера (длина волны 632,8 нм) возбуждает флуоресценцию порфиринов – продуктов жизнедеятельности микобактерии туберкулеза в активной фазе, спектр которой измеряется. По характеристикам спектра делается вывод о потенциальном заболевании.

Методика воплощена в приборе "Спектролюкс-МБ". Верификация метода традиционными способами показала его высокую достоверность: 93,7% на 12 000 проб.

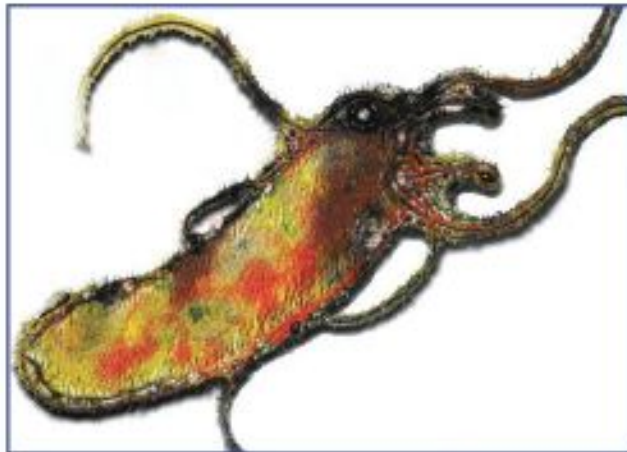


Диагностический комплекс "Спектролюкс-МБ"

### Преимущества метода

- высокая скорость анализа (25 минут на 10 проб, традиционный метод посева требует 35 дней);
- низкая стоимость расходных материалов;
- для проведения анализа не требуется высококвалифицированный персонал;
- практически полное отсутствие соприкосновения с открытой культурой туберкулеза;
- возможность диагностики Бк(-) (не выделяющих бактерии) пациентов;
- возможность диагностики всех форм заболевания (30% случаев современного туберкулеза – внелегочные формы);
- возможность ранней диагностики лекарственно устойчивых форм туберкулеза;
- единственный метод, который позволяет уверенно диагностировать глазной туберкулез;
- возможность использования для скрининга заболевания в местах массового скопления мигрантов (рынок, вокзалы, и т.д.).

# Лазерный анализ изотопического состава выдыхаемого воздуха для медицинской диагностики



*Helicobacter pylori*

практику и применяются для неинвазивного (без вторжения в организм) обнаружения инфекции *Helicobacter pylori* в организме человека и оценки эффективности терапии *H. pylori*-ассоциированных заболеваний (язвы желудка и двенадцатиперстной кишки, гастритов и дуоденитов). В связи с важным значением полученных результатов для медицинской науки и практического здравоохранения в 2006 г. эти разработки были отмечены премией Правительства Российской Федерации в области науки и техники.

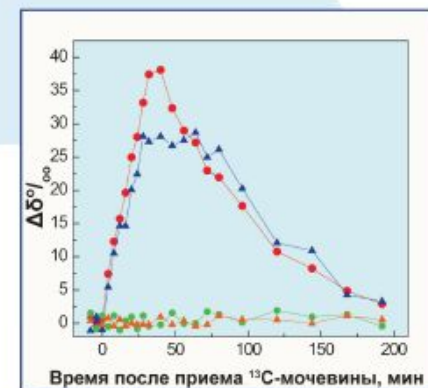
Перспективной областью применения разработанных методов и приборов является неинвазивная изотопическая диагностика заболеваний других органов пищеварения — печени, поджелудочной железы, тонкого и толстого кишечника, также основанная на использовании препаратов, меченных углеродом  $^{13}\text{C}$ .

Разработаны методы и прототип лазерного анализатора для высокоточного определения изотопического состава  $\text{CO}_2$  в выдыхаемом воздухе. Анализатор основан на применении перестраиваемых диодных лазеров и позволяет регистрировать малейшие изменения относительного содержания  $^{12}\text{CO}_2$  и  $^{13}\text{CO}_2$  в выдыхаемом воздухе (с чувствительностью  $\sim 0.05\%$ ), обусловленные приемом диагностических препаратов, обогащенных стабильным изотопом углерода  $^{13}\text{C}$ .

Методы диагностики, разработанные совместно со специалистами ММА им. И.М. Сеченова, внедрены в клиническую



Лазерный анализатор относительного содержания  $^{12}\text{CO}_2$  и  $^{13}\text{CO}_2$  в выдыхаемом воздухе



Динамика отношения концентраций  $^{12}\text{CO}_2$  и  $^{13}\text{CO}_2$  при диагностике инфекции *Helicobacter pylori*



## Таблица интегралов

1.  $\int x^n dx = \frac{x^{n+1}}{n+1} + C, \quad n \neq -1; \quad \int 0 dx = C; \quad \int dx = x + C;$
2.  $\int \frac{dx}{x} = \ln|x| + C;$
3.  $\int \frac{dx}{1+x^2} = \operatorname{arctg} x + C = -\operatorname{arctg} x + C_1; \quad (a \neq 0);$
4.  $\int \frac{dx}{\sqrt{1-x^2}} = \arcsin x + C = -\arccos x + C_1; \quad (a > 0);$
5.  $\int a^x dx = \frac{a^x}{\ln a} + C, \quad (0 < a \neq 1);$
6.  $\int e^x dx = e^x + C;$
7.  $\int \sin x dx = -\cos x + C;$
8.  $\int \cos x dx = \sin x + C;$
9.  $\int \frac{dx}{\cos^2 x} = \operatorname{tg} x + C;$
10.  $\int \frac{dx}{\sin^2 x} = -\operatorname{ctg} x + C;$
11.  $\int \frac{dx}{x^2 - a^2} = \frac{1}{2a} \ln \left| \frac{x-a}{x+a} \right| + C, \quad (a \neq 0);$
12.  $\int \frac{dx}{\sqrt{x^2 + k}} = \ln \left| x + \sqrt{x^2 + k} \right| + C;$
13.  $\int \frac{dx}{x^2 + a^2} = \frac{1}{a} \operatorname{arctg} \frac{x}{a} + C = -\frac{1}{a} \operatorname{arctg} \frac{x}{a} + C_1, \quad (a \neq 0);$
14.  $\int \frac{dx}{\sqrt{a^2 - x^2}} = \arcsin \frac{x}{a} + C = -\arccos \frac{x}{a} + C_1, \quad (a > 0).$
15.  $\int \operatorname{sh} x dx = \operatorname{ch} x + C;$
16.  $\int \operatorname{ch} x dx = \operatorname{sh} x + C;$
17.  $\int \frac{dx}{\operatorname{ch}^2 x} = \operatorname{th} x + C;$
18.  $\int \frac{dx}{\operatorname{sh}^2 x} = -\operatorname{cth} x + C;$

## Таблица производных

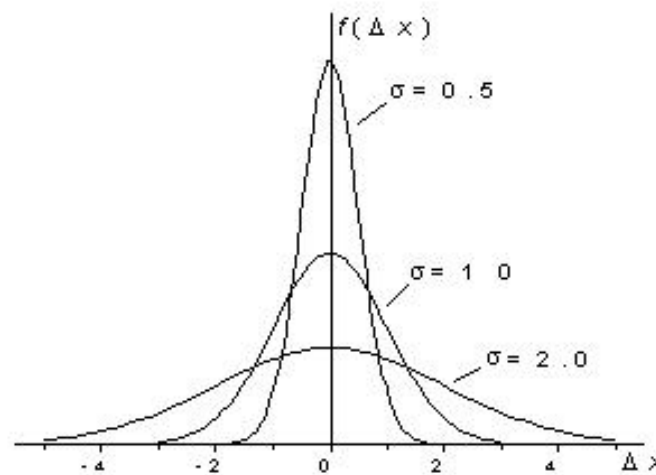
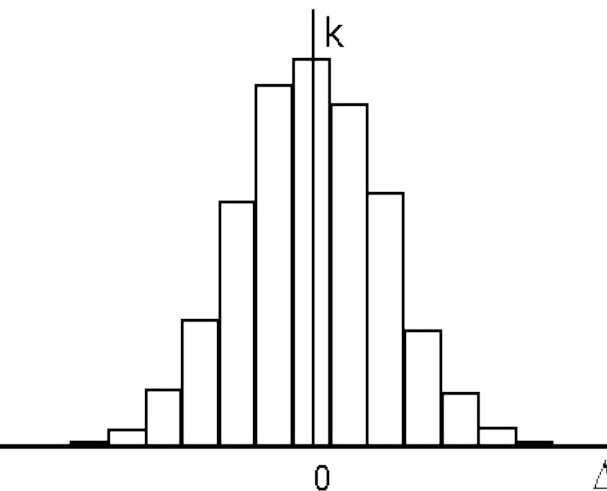
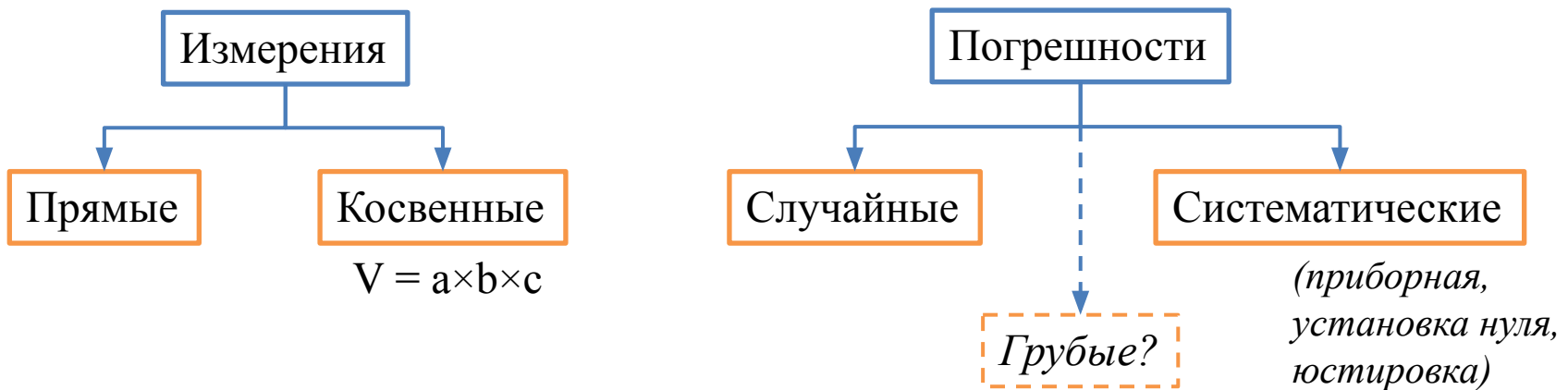
1.  $c' = 0, \quad c = \operatorname{const}$
2.  $(x^n)' = nx^{n-1}$
3.  $(a^x)' = a^x \cdot \ln a$
4.  $(e^x)' = e^x$
5.  $(\log_a x)' = \frac{1}{x \ln a}$
6.  $(\ln x)' = \frac{1}{x}$
7.  $(\sin x)' = \cos x$
8.  $(\cos x)' = -\sin x$
9.  $(\sqrt{x})' = \frac{1}{2\sqrt{x}}$
10.  $(\operatorname{tg} x)' = \frac{1}{\cos^2 x}$
11.  $(\operatorname{ctg} x)' = -\frac{1}{\sin^2 x}$
12.  $(\arcsin x)' = \frac{1}{\sqrt{1-x^2}}$
13.  $(\arccos x)' = -\frac{1}{\sqrt{1-x^2}}$
14.  $(\operatorname{arctg} x)' = \frac{1}{1+x^2}$
15.  $(\operatorname{arcctg} x)' = -\frac{1}{1+x^2}$
16.  $(\operatorname{sh} x)' = \operatorname{ch} x$
17.  $(\operatorname{ch} x)' = \operatorname{sh} x$
18.  $(\operatorname{th} x)' = \frac{1}{\operatorname{ch}^2 x}$
19.  $(\operatorname{cth} x)' = -\frac{1}{\operatorname{sh}^2 x}$

Тригонометрия, десятичные единицы (кило, мега, гига, милли, микро, нано и т.д.), векторы, сложение векторов (*Савельев со стр. 17*), скалярное и векторное произведение векторов.

*Чертов-Воробьев со страницы 470, в конце других учебников – справочные материалы и приложения.*

# Измерение физических величин

## Погрешности измерений



Нормальный закон  
распределения вероятности  
(функция Гаусса)

$$f(\Delta x) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(\Delta x)^2}{2\sigma^2}}$$

## Средние значения

$P(a) = \frac{N(a)}{N}$  - вероятность, того, что случайно выбранный элемент совокупности имеет значение  $a$ .  $N$  – полное число элементов совокупности,  $N(a)$  – число элементов совокупности со значением  $a$ .

$$\sum_a P(a) = 1$$

Среднее значение  $\langle a \rangle = \frac{\sum_a N(a)a}{N} = \sum_a aP(a)$

$$\langle a^2 \rangle = \sum_a a^2 P(a)$$

Среднее значение некоторой функции  $\langle f(a) \rangle = \sum_a f(a)P(a)$

? Неопределенность величины (погрешность измерения)  $\Delta a$ ?

Усреднить отклонение от среднего?  $\langle (a - \langle a \rangle) \rangle$

Усреднить квадрат отклонения от среднего?

$$\langle (a - \langle a \rangle)^2 \rangle = \langle a^2 - 2a\langle a \rangle + \langle a \rangle^2 \rangle = \langle a^2 \rangle - \langle a \rangle^2 = \Delta a^2$$

Неопределенность величины (погрешность измерения)

$$\Delta a = \sqrt{\Delta a^2} = \sqrt{\langle a^2 \rangle - \langle a \rangle^2}$$

Пусть проведено  $n$  измерений величины  $x$ . Тогда за лучшую оценку истинного значения результата измерений принимается среднее арифметическое значение

$$\langle x \rangle = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

где  $x_i$  – результат  $i$ -го измерения

Средней квадратичной погрешностью называется величина

$$S_n = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\langle x \rangle - x_i)^2}{n-1}}$$

где  $n$  – число наблюдений.

Если число наблюдений очень велико, то подверженная случайным колебаниям величина  $S_n$  стремится к постоянному значению  $\sigma$ :

$$\sigma = \lim_{n \rightarrow \infty} S_n$$

$S = \frac{S_n}{\sqrt{n}}$  — средняя квадратичная погрешность среднего арифметического  
(возрастания точности при росте числа наблюдений)

# Доверительный интервал

$\alpha = 0,68$		$\alpha = 0,95$		$\alpha = 0,99$	
n	$t_{\alpha, n}$	n	$t_{\alpha, n}$	n	$t_{\alpha, n}$
2	2,0	2	12,7	2	63,7
3	1,3	3	4,3	3	9,9
4	1,3	4	3,2	4	5,8
5	1,2	5	2,8	5	4,6
6	1,2	6	2,6	6	4,0
7	1,1	7	2,4	7	3,7
8	1,1	8	2,4	8	3,5
9	1,1	9	2,3	9	3,4
10	1,1	10	2,3	10	3,3
15	1,1	15	2,1	15	3,0
20	1,1	20	2,1	20	2,9
30	1,1	30	2,0	30	2,8
100	1,0	100	2,0	100	2,6

$\Delta x_{сл} = t_{\alpha, n} S$  где  $t_{\alpha, n}$  – коэффициент Стьюдента.

## Абсолютная погрешность

$$\Delta x = \sqrt{\Delta x_{сл}^2 + \Delta x_{сист}^2}$$

## Относительная погрешность

$$\delta = \frac{\Delta x}{\langle x \rangle}$$

## Вычисление косвенной погрешности

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_m)$$

$$\Delta y = \sqrt{\sum_{i=1}^n \left( \frac{\partial f}{\partial x_i} \Delta x_i \right)^2} \quad \delta = \sqrt{\sum_{i=1}^n \left( \frac{\partial \ln f}{\partial x_i} \Delta x_i \right)^2}$$

$\frac{\partial f}{\partial x_i}$  — частная производная функции  $f$  по аргументу  $x_i$

Пусть  $y = ax_1 + bx_2$        $\frac{\partial y}{\partial x_1} = a; \quad \frac{\partial y}{\partial x_2} = b$        $\Delta y = \sqrt{(a \cdot \Delta x_1)^2 + (b \cdot \Delta x_2)^2}$

Пусть  $y = \sqrt{\frac{ax_1^3}{x_2}}$ , тогда  $\ln y = \frac{1}{2} (\ln a + 3 \ln x_1 - \ln x_2); \quad \frac{\partial \ln y}{\partial x_1} = \frac{3}{2x_1}; \quad \frac{\partial \ln y}{\partial x_2} = -\frac{1}{2x_2}.$

$$\delta y = \sqrt{\left( \frac{3\Delta x_1}{2x_1} \right)^2 + \left( \frac{\Delta x_2}{2x_2} \right)^2} = \frac{1}{2} \sqrt{\left( 3 \frac{\Delta x_1}{x_1} \right)^2 + \left( \frac{\Delta x_2}{x_2} \right)^2}$$

## Кинематика поступательного движения

● Положение материальной точки в пространстве задается радиусом-вектором  $\mathbf{r}$ :

$$\mathbf{r} = ix + jy + kz,$$

где  $\mathbf{i}$ ,  $\mathbf{j}$ ,  $\mathbf{k}$  — единичные векторы направлений (орты);  $x$ ,  $y$ ,  $z$  — координаты точки.

Кинематические уравнения движения в координатной форме:

$$x = f_1(t); \quad y = f_2(t); \quad z = f_3(t),$$

где  $t$  — время.

● Средняя скорость

$$\langle \mathbf{v} \rangle = \frac{\Delta \mathbf{r}}{\Delta t},$$

где  $\Delta \mathbf{r}$  — перемещение материальной точки за интервал времени  $\Delta t$ .

Средняя путевая \* скорость

$$\langle v \rangle = \frac{\Delta s}{\Delta t},$$

где  $\Delta s$  — путь, пройденный точкой за интервал времени  $\Delta t$ .

Мгновенная скорость

$$\mathbf{v} = \frac{d\mathbf{r}}{dt} = \mathbf{i}v_x + \mathbf{j}v_y + \mathbf{k}v_z,$$

где  $v_x = \frac{dx}{dt}$ ;  $v_y = \frac{dy}{dt}$ ;  $v_z = \frac{dz}{dt}$  — проекции скорости  $\mathbf{v}$  на оси координат.

Модуль скорости

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2 + v_z^2}.$$

● Ускорение

$$\mathbf{a} = \frac{d\mathbf{v}}{dt} = \mathbf{i}a_x + \mathbf{j}a_y + \mathbf{k}a_z,$$

где  $a_x = \frac{dv_x}{dt}$ ;  $a_y = \frac{dv_y}{dt}$ ;  $a_z = \frac{dv_z}{dt}$  — проекции ускорения  $\mathbf{a}$  на оси координат.

Модуль ускорения

$$a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2}.$$

При криволинейном движении ускорение можно представить как сумму нормальной  $\mathbf{a}_n$  и тангенциальной  $\mathbf{a}_\tau$  составляющих (рис. 1.1):

$$\mathbf{a} = \mathbf{a}_n + \mathbf{a}_\tau.$$

Модули этих ускорений:

$$a_n = \frac{v^2}{R}; \quad a_\tau = \frac{dv}{dt}; \quad a = \sqrt{a_n^2 + a_\tau^2},$$

где  $R$  — радиус кривизны в данной точке траектории.

● Кинематическое уравнение равномерного движения материальной точки вдоль оси  $x$

$$x = x_0 + vt,$$

где  $x_0$  — начальная координата;  $t$  — время. При равномерном движении

$$v = \text{const} \text{ и } a = 0.$$

● Кинематическое уравнение равнопеременного движения ( $a = \text{const}$ ) вдоль оси  $x$

$$x = x_0 + v_0 t + at^2/2,$$

где  $v_0$  — начальная скорость;  $t$  — время.

Скорость точки при равнопеременном движении

$$v = v_0 + at.$$

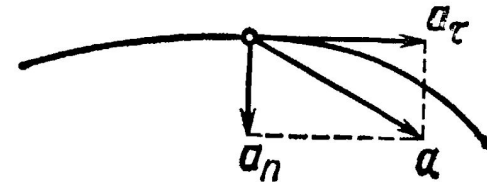


Рис. 1.1



**Т** - Сборник задач Трофимовой

1.7. В течение времени  $\tau$  скорость тела задается уравнением вида  $v = A + Bt + Ct^2$  ( $0 \leq t \leq \tau$ ). Определить среднюю скорость за промежуток времени  $\tau$ .  $[\langle v \rangle = A + \frac{B\tau}{2} + \frac{C\tau^2}{3}]$

**Т**

1.11. Первое тело брошено вертикально вверх с начальной скоростью  $v_0 = 5$  м/с. В тот же момент времени вертикально вниз с той же начальной скоростью из точки, соответствующей максимальной верхней точке полета

$h_{\max}$  первого тела, брошено второе тело. Определить: 1) в какой момент времени  $t$  тела встретятся; 2) на какой высоте  $h$  от поверхности Земли произойдет эта встреча; 3) скорость  $v_1$  первого тела в момент встречи; 4) скорость  $v_2$  второго тела в момент встречи. [1) 127 мс; 2) 56 см, 3) 3,75 м/с; 4) 6,25 м/с]

**Т** 1.17. С башни высотой  $h = 30$  м в горизонтальном направлении брошено тело с начальной скоростью  $v_0 = 10$  м/с. Определить: 1) уравнение траектории тела  $y(x)$ ; 2) скорость  $v$  тела в момент падения на Землю; 3) угол  $\varphi$ , который образует эта скорость с горизонтом в точке его падения.  $\left[ \begin{array}{l} 1) y = \frac{g}{2v_0^2} x^2; \\ 2) 26,2 \text{ м/с}; \\ 3) 67,8^\circ \end{array} \right]$

**Ч** - Сборник задач Чертова-Воробьева

1.15. Движения двух материальных точек выражаются уравнениями:

$$x_1 = A_1 + B_1 t + C_1 t^2, \quad x_2 = A_2 + B_2 t + C_2 t^2,$$

где  $A_1 = 20$  м,  $A_2 = 2$  м,  $B_2 = B_1 = 2$  м/с,  $C_1 = -4$  м/с<sup>2</sup>,  $C_2 = 0,5$  м/с<sup>2</sup>.

В какой момент времени  $t$  скорости этих точек будут одинаковыми? Определить скорости  $v_1$  и  $v_2$  и ускорения  $a_1$  и  $a_2$  точек в этот момент:

**Ч** 1.25. Точка движется по прямой согласно уравнению  $x = At + Bt^3$ , где  $A = 6$  м/с,  $B = -0,125$  м/с<sup>3</sup>. Определить среднюю путевую скорость  $\langle v \rangle$  точки в интервале времени от  $t_1 = 2$  с до  $t_2 = 6$  с.

**Ч** 1.29. Точка движется по кривой с постоянным тангенциальным ускорением  $a_\tau = 0,5$  м/с<sup>2</sup>. Определить полное ускорение  $a$  точки на участке кривой с радиусом кривизны  $R = 3$  м, если точка движется на этом участке со скоростью  $v = 2$  м/с.

**Ч** 1.34. По дуге окружности радиусом  $R = 10$  м движется точка. В некоторый момент времени нормальное ускорение точки  $a_n = 4,9$  м/с<sup>2</sup>; в этот момент векторы полного и нормального ускорений образуют угол  $\varphi = 60^\circ$ . Найти скорость  $v$  и тангенциальное ускорение  $a_\tau$  точки.

**Ч** 1.48. Камень брошен с вышки в горизонтальном направлении с начальной скоростью  $v_0 = 30$  м/с. Определить скорость  $v$ , тангенциальное  $a_\tau$  и нормальное  $a_n$  ускорения камня в конце второй секунды после начала движения.

**И**

- Сборник задач Иродова

**1.10.** Два тела бросили одновременно из одной точки: одно — вертикально вверх, другое — под углом  $\vartheta=60^\circ$  к горизонту. Начальная скорость каждого тела  $v_0=25$  м/с. Пренебрегая сопротивлением воздуха, найти расстояние между телами через  $t=1,70$  с.

**И**

**1.20.** Радиус-вектор частицы меняется со временем  $t$  по закону  $\mathbf{r}=\mathbf{b}t(1-\alpha t)$ , где  $\mathbf{b}$  — постоянный вектор,  $\alpha$  — положительная постоянная. Найти:

а) скорость  $\mathbf{v}$  и ускорение  $\mathbf{a}$  частицы в зависимости от времени;

б) промежуток времени  $\Delta t$ , по истечении которого частица вернется в исходную точку, а также путь  $s$ , который она пройдет при этом.

И

1.23. Точка движется, замедляясь, по прямой с ускорением, модуль которого зависит от ее скорости  $v$  по закону  $a = \alpha\sqrt{v}$ , где  $\alpha$  — положительная постоянная. В начальный момент скорость точки равна  $v_0$ . Какой путь она пройдет до остановки? За какое время этот путь будет пройден?

И



1.32. Пушка и цель находятся на одном уровне на расстоянии 5,10 км друг от друга. Через сколько времени снаряд с начальной скоростью 240 м/с достигнет цели?

## Домашнее задание

**Т** 1.8 // 1.12 // 1.30

**Ч** 1.24 // 1.33 // 1.49

**Следующая тема:**

*«Кинематика вращательного движения»*

**Ч** 1.50 и далее

**И** 1.37 – 1.52

*Проверка домашнего задания!*