

Обложка  
щется

Обложка  
щется

# Вѣстникъ Опытной Физики

и

## ЭЛЕМЕНТАРНОЙ МАТЕМАТИКИ.

№ 565.

**Содержаніе:** Къ реформѣ преподаванія математики въ средней школѣ. *Прив.-доц. В. Кагана.* — Изъ физики судоходства. *В. Б. ф. Чудновскаго.* — Научная хроника: Возрастъ земли. — Библиографія. III. Новости иностранной литературы: *L. Koenigsberger.* „Hermann von Helmholtz“. *В. К. Н. Weber und J. Wellstein.* „Encyclopädie der Elementar-Mathematik“. Bd. III, II *В. К.* — Задачи: I-го отдѣла №№ 39 — 41 (6 сер.). — Рѣшенія задачъ № № 461, 478 и 479 (5 сер.). — Книги и брошюры, поступившія въ редакцію. — Отъ организационнаго Комитета по созыву I-го Всероссийскаго Съезда по семейному воспитанію. — Объявленія.



4 (17) іюля скончался на 58-мъ году жизни  
вслѣдствіе неудавшейся серьезной операціи

**А н р и П у а н к а р е**  
(**Henri Poincaré**).

**Миръ праху гениальнаго геометра!**

Слѣдующій номеръ „Вѣстника“ будетъ посвященъ  
памяти покойнаго.

# Къ реформѣ преподаванія математики въ средней школѣ.

## IV.

Соображенія относительно постановки дѣла подготовленія учителей математики въ среднихъ учебныхъ заведеніяхъ \*).

*Прив.-дом. В. Кагана.*

Немногія функционирующія въ настоящее время въ Россіи при учебныхъ округахъ учрежденія для подготовленія учителей среднихъ учебныхъ заведеній представляютъ собой временные курсы, обладающіе весьма скромнымъ и непостояннымъ бюджетомъ, не дающіе своимъ воспитанникамъ никакихъ правъ или преимуществъ, не выработавшіе еще ни въ какомъ отношеніи опредѣленныхъ болѣе или менѣе постоянныхъ нормъ дѣятельности. Въ настоящее время Министерство Народнаго Просвѣщенія дѣлаетъ шаги къ тому, чтобы эти учрежденія упрочить. Въ законодательныхъ учрежденіяхъ страны въ настоящее время разсматривается внесенный министерствомъ законопроектъ объ учрежденіи Педагогическаго Института въ Москвѣ и краткосрочныхъ педагогическихъ курсовъ въ различныхъ центрахъ \*\*). Къ этому законопроекту мы еще возвратимся ниже; здѣсь же замѣтимъ, что самую постановку учебнаго дѣла въ возникающихъ учрежденіяхъ онъ еще не предрѣшаетъ. Обсужденіе вопроса о дальнѣйшей постановкѣ у насъ дѣла подготовленія учителей для среднихъ учебныхъ заведеній является поэтому весьма своевременнымъ. Излагаемыя ниже соображенія очень близко подходятъ къ тѣмъ заключеніямъ, къ которымъ пришла математическая коллегія Новороссійскаго Университета при обсужденіи этого вопроса еще въ 1908 г. по предложенію Министерстза.

Мы отнюдь не намѣрены возвращаться здѣсь къ нескончаемымъ спорамъ о томъ, нужна ли учителю вообще спеціальная подготовка и спеціальное образованіе, или для него достаточно овладѣть цикломъ факультетскихъ наукъ. Изъ того, что было изложено въ докладѣ, видно, что разномысліе по этому вопросу въ Россіи очень велико; но опубликованные уже доклады Германской Подкоммиссіи обнаруживаютъ, что разногласія по этимъ вопросамъ концентрируются у насъ приблизительно на тѣхъ же пунктахъ, которые вызываютъ довольно

\* ) Въ докладѣ, сдѣланномъ на первомъ всероссійскомъ съѣздѣ преподавателей математики, который будетъ напечатанъ въ „Трудахъ“ съезда, изложена исторія дѣла подготовленія преподавателей математики въ Россіи и современное его состояніе. Здѣсь мы даемъ мѣсто своимъ личнымъ соображеніямъ по этому вопросу.

\*\* ) Въ настоящее время оба закона уже получили утвержденіе. Институтъ имени П. Г. Шел а п у т и н а уже открытъ, на усиленіе дѣйствующихъ кратко-срочныхъ курсовъ и открытіе новыхъ при всѣхъ учебныхъ округахъ отпущены средства.

оживленные споры и въ Западной Европѣ. Но именно поэтому необходимо формулировать тѣ общія положенія, на которыхъ основаны излагаемые ниже соображенія.

Никакая школа не можетъ, конечно, создать опытнаго педагога, но именно совершенно въ той же мѣрѣ, какъ и вообще опытнаго специалиста въ какой-либо отрасли. Вѣрно и то, что наука о воспитаніи не выработала готовыхъ схемъ, которыя въ каждый моментъ указывали бы педагогу, что ему дѣлать; и никогда, конечно, педагогика не выработаетъ, не будетъ даже стараться выработать такія схемы. Но вѣковой педагогической опытъ и вѣковая работа человеческой мысли надъ задачами воспитанія и обученія несомнѣнно установили немало положеній, которыя съ полнымъ правомъ могутъ быть названы общепризнанными устоями въ дѣлѣ воспитанія; и эти положенія отнюдь не настолько просты, чтобы ихъ можно было считать общимъ достояніемъ образованнаго человѣка, которое онъ очень скоро пріобрѣтаетъ жизненнымъ опытомъ, помимо всякаго обученія. Съ этими результатами педагогической науки,—съ общимъ ходомъ логической и жизненной борьбы, которая къ этимъ устоямъ привела,—съ тѣми разногласіями, которыя въ этой области царятъ еще по сей день въ отношеніи болѣе важныхъ вопросовъ,—со всѣмъ этимъ долженъ быть ознакомленъ всякій, вступающій на педагогическое поприще.

Въ самыя послѣднія десятилѣтія научно-экспериментальнымъ путемъ установленъ рядъ положеній относительно хода и условий воспріятія, усвоенія и сохраненія вѣстатлннй, а слѣдовательно, и знаній. Горячіе сторонники этого направленія утверждаютъ, что результаты экспериментальной психологіи могутъ быть въ настоящее время положены въ основу обученія и воспитанія. Другіе считаютъ это преувеличеніемъ; но знакомые съ дѣломъ, повидимому, согласно признаютъ завоеванія экспериментальной психологіи весьма существеннымъ пріобрѣтеніемъ для педагогическаго дѣла. Независимо отъ того, въ какой мѣрѣ этотъ матеріалъ можетъ получить непосредственное примѣненіе въ школьно педагогической практикѣ, учитель долженъ быть ознакомленъ съ этими идеями и результатами.

Наконецъ, учитель долженъ быть также ознакомленъ съ тѣмъ вліяніемъ, которое условія школьной работы и педагогическаго воздѣйствія оказываютъ на здоровье ребенка.

Сказаннымъ опредѣляется первый циклъ наукъ, которыя должны составить предметъ изученія при подготовкѣ къ учительскому дѣлу. Эту группу въ германской литературѣ вопроса принято называть философскою; будетъ правильнѣй назвать ее обще-педагогической.

Матеріалъ, который можетъ составить предметъ обученія въ элементарной школѣ, всегда существенно отличается отъ научнаго содержанія соответствующей дисциплины. Кореннымъ образомъ отличается также изложеніе, доступное дѣтямъ и даже юношамъ, отъ научной разработки предмета. Эти элементарныя истины пріобрѣтаютъ въ настоящее время именно для математики совершенно исключительно значеніе. Въ настоящее время болѣе чѣмъ когда-либо культиви-

руется научная разработка основ математики и—въ значительной мѣрѣ—того именно матеріала, который составляетъ предметъ обученія въ средней школѣ. Хотя эти изслѣдованія относятся, быть можетъ, къ числу труднѣйшихъ въ наукѣ, они все-таки связаны неразрывно съ предметомъ обученія въ школѣ. Опытному глазу совершенно ясно видно, какъ эти изслѣдованія кладутъ свой отпечатокъ на настроеніе современныхъ учебниковъ. Сглаживаніе же коллизій, возникающихъ на почвѣ существующаго различія между тѣмъ, что научно правильно и тѣмъ, что доступно учащемуся, составляетъ въ настоящее время едва ли не труднѣйшую задачу въ дѣлѣ обученія математикѣ. Не многимъ проще обстоитъ дѣло и въ физикѣ, основныя понятія и идеи которой переживаютъ глубокой переворотъ, естественно отражающийся на преподаваніи. Совершенно необходимо, чтобы учитель съ полною ясностью представлялъ себѣ строго-научную разработку того матеріала, который онъ намѣренъ излагать учащимся. Только это обезпечитъ ему возможность сознательно выбирать матеріаль и сознательно же отнестись къ тѣмъ коллизіямъ, о которыхъ была рѣчь выше. Этимъ обуславливается необходимость въ дѣлѣ подготовки учителей второй группы предметовъ преподаванія, которую можно назвать спеціально-теоретической; она должна содержать изложеніе научной разработки дисциплинъ, составляющихъ предметъ непосредственнаго обученія въ школѣ или весьма тѣсно къ послѣднимъ примыкающихъ.

Третью группу предметовъ составляютъ собственно методическія дисциплины: обзорнѣе способовъ и пріемовъ обученія отдѣльнымъ предметамъ. Наконецъ, четвертую группу занятій готовящихся педагоговъ составляютъ прямыя практическія занятія.

Попытаемся теперь намѣтить схему, по которой должны быть составлены эти группы. Конечно, въ этой схемѣ возможны и даже должны быть болѣе или менѣе значительныя измѣненія какъ въ выборѣ отдѣльныхъ предметовъ, такъ и въ количествѣ удѣляемаго имъ времени; это должно зависѣть отъ мѣстныхъ условій, отъ силъ и взглядовъ руководителей дѣла. Но такая схема все же дастъ намъ возможность до нѣкоторой степени ориентироваться въ организаціи дѣла. Нѣсколько предварительныхъ замѣчаній мы, однако, считаемъ еще необходимымъ сдѣлать.

Прежде всего мы стоимъ на той точкѣ зрѣнія, что упрочить у насъ дѣло подготовленія учителей можно только путемъ созданія цѣльной системы, способной дѣйствительно значительно повысить уровень знаній и подготовки учительскаго персонала, поднять постановку преподаванія въ школѣ. Конечно, всякое даяніе—благо, и лучше мало, чѣмъ ничего. И два часа въ теченіе одного семестра, отведенные методикѣ всѣхъ отдѣловъ математики на Московскихъ Курсахъ\*), составляютъ нѣкоторый плюсъ, способный въ извѣстной мѣрѣ ориентировать учителя, хотя бы относительно сущности наиболѣе серьезныхъ вопросовъ методики элементарной математики и литературы вопроса; но существенное вліяніе на кругозоръ и подготовку учителя такой курсъ

\*) См. изложеніе постановки дѣла на дѣйствующихъ курсахъ въ докладѣ.

врядъ ли въ состояніи оказать. Само собою разумѣется, что именно въ интересахъ осуществленія дѣла необходимо проявить, такъ сказать, возможную бережливость въ отношеніи удѣляемаго каждому предмету времени; перегруженіе учащихся работой и лекціями можетъ въ такой же мѣрѣ затормозить дѣло, какъ и чрезмѣрные требованія къ государственному казначейству. Но, съ другой стороны, за извѣстными предѣлами, сокращеніе можетъ быть прямо гибельнымъ для дѣла. Курсы, прочитанные наспѣхъ, скользящіе по верхамъ, часто приводятъ только къ дилетантизму, иногда болѣе вредному, чѣмъ простая неосвѣдомленность. Это особенно существенно у насъ въ Россіи. Учитель, очутившійся далеко отъ научнаго центра, — а такихъ огромное большинство, — лишь въ рѣдкихъ случаяхъ имѣетъ у насъ возможность использовать полученныя литературныя указанія; и можно съ увѣренностью сказать, что для значительнаго большинства свѣдѣнія, непосредственно прибрѣтенныя на курсахъ, долгое время будутъ составлять всю его теоретическую подготовку.

Еще одно существенное замѣчаніе. Врядъ ли у насъ цѣлесообразно отдѣлять математическую группу отъ физической. Быть можетъ, по существу такая дифференціація и имѣла бы свои преимущества, но фактическія условія преподаванія въ провинціи таковы, что преподаватель математики сплошь и рядомъ долженъ преподавать и физику; специализироваться же исключительно въ преподаваніи физики преподаватель имѣетъ возможность только въ такихъ городахъ, въ которыхъ имѣется достаточное число среднихъ учебныхъ заведеній.

Въ виду всего вышеизложеннаго слѣдующая схема представляется соотвѣтствующей задачѣ.

### I. Предметы обще-педагогическіе.

1. Исторія философіи . . . . .	2 нед. часа въ теч. года
2. Психологія . . . . .	2 " " " "
3. Экспериментальная психологія	1 " " " "
4. Логика . . . . .	2 " " " "
5. Исторія педагогики . . . . .	2 " " " "
6. Школьная гигиена . . . . .	1 " " " "

Всего 10 нед. час. въ теч. года

### II. Предметы специально-теоретическіе.

1. Теоретическая ариѳметика . . . . .	3 нед. часа въ теч. года
2. Основанія геометріи . . . . .	3 " " " "
3. Проективная геометрія . . . . .	2 " " " "
4. Черч. и рѣш. конструкт. задачъ	2 " " " "
5. Коммерческая ариѳметика . . . . .	1 " " " "
6. Теоретическая физика . . . . .	2 " " " "
7. Исторія математики . . . . .	2 " " " "

Всего 15 нед. час. въ теч. года

### III. Предметы методическіе.

1.	Методика ариѣметики . . . . .	1 нед. часъ въ теч. года
2.	” геометріи и тригон. 2 ” ” ” ” ”	2 ” ” ” ” ”
3.	” алгебры . . . . .	2 ” ” ” ” ”
4.	” физики . . . . .	2 ” ” ” ” ”
5.	” космографіи . . . . .	1 ” ” ” ” ”

---

Всего 8 нед. час. въ теч. года

### IV. Практическія занятія.

1.	Семинарскія занятія по всѣмъ перечисленнымъ выше отдѣ- ламъ . . . . .	4 нед. час. въ теч. года
2.	Производство опыт. по физикѣ	2 ” ” ” ” ”
3.	Производство опыт. по химіи	1 ” ” ” ” ”
4.	Пробные уроки и ихъ обсужд.—	” ” ” ” ”
5.	Замѣщеніе преподавателей, по- сѣщеніе уроковъ опытныхъ педагоговъ . . . . .	” ” ” ” ”

---

Всего 7 нед. час. въ теч. года

Пишущій эти строки глубоко убѣжденъ, что указанное здѣсь число часовъ не преувеличено, если желательно поставить преподаваніе дѣйствительно серьезно. Какъ было уже сказано выше, очень возможно, что одни признаютъ здѣсь кое что излишнимъ, что другіе найдутъ пропуски. При бесѣдѣ объ этомъ предметѣ съ коллегами и освѣдомленными людьми, при сопоставленіи этой схемы съ программами германскихъ семинаріи и съ проектомъ, выработаннымъ извѣстной Коммиссіей Германскихъ Естествоиспытателей и Врачей, намъ во всякомъ случаѣ не приходилось встрѣчать рѣзкихъ расхожденій. И именно поэтому мы ограничимся лишь нѣсколькими замѣчаніями въ защиту этой программы.

Теоретической ариѣметикѣ и основаніямъ геометріи отведено по три годовыхъ часа потому, что мы считаемъ необходимымъ ознакомить начинающаго педагога не съ одной какой-либо схемой научнаго обоснованія ариѣметики и геометріи, а со всѣми важнѣйшими теченіями. Проективная геометрія у насъ не входитъ въ число обязательныхъ предметовъ на математическомъ факультетѣ и во многихъ нашихъ университетахъ вовсе не читается; между тѣмъ ознакомить слушателей съ этимъ предметомъ существенно важно какъ въ цѣляхъ общаго математическаго развитія, такъ и въ виду того значенія, какое эта дисциплина имѣетъ въ ученіи объ основаніяхъ геометріи. Проективная геометрія включена во всѣ германскія и французскія



программы испытанія учительскихъ кандидатовъ. Изъ „прикладныхъ“ дисциплинъ, о которыхъ такъ много говорятъ въ настоящее время сторонники реформы въ Германіи и которыя включены уже въ программы испытаній въ Пруссіи и нѣкоторыхъ другихъ германскихъ государствахъ, мы включили лишь черченіе (считая на него 1 ч.) и коммерческую ариѣметику (1 ч.). Мы дѣйствительно считаемъ чрезвычайно полезнымъ для преподавателя ариѣметики ознакомиться съ техникой счета въ торговой практикѣ; по нашему убѣжденію этотъ небольшой курсъ можетъ содѣйствовать большому оживленію въ дѣлѣ преподаванія ариѣметики. Но, повторяемъ, детали не играютъ существенной роли. Важно то, что эта программа приводитъ къ 40 часамъ недѣльныхъ занятій, помимо посѣщенія уроковъ, приготовленія пробныхъ уроковъ и т. д. Если даже внести здѣсь значительныя сокращенія, то мы все же имѣемъ программу, явно неосуществимую въ теченіе одного года. Мы не говоримъ уже о томъ, что между нѣкоторыми изъ перечисленныхъ дисциплинъ должна быть преемственная связь, что разнообразіе предметовъ и идей требуетъ значительнаго времени не только для усвоенія, но и для размышленія,—что живая самостоятельная работа въ этой стадіи обученія чрезвычайно необходима и требуетъ нѣкотораго досуга.

Практика дѣйствующихъ у насъ учреждений съ несомнѣнною ясностью подтверждаетъ эту точку зрѣнія. Въ Одессѣ, гдѣ программа нѣсколько приближается къ намѣченной выше схемѣ (хотя далеко ея не выполняетъ), слушатели несомнѣнно уже значительно обременены работой.

Естественный выводъ отсюда былъ бы, казалось, тотъ, что курсы должны быть двухгодичные. На этой точкѣ зрѣнія и стояло большинство членовъ совѣщаній, обсуждавшихъ этотъ вопросъ; одногодичные курсы возникли и возникаютъ у насъ, такъ сказать, по необходимости,—вслѣдствіе затруднительности наладить курсы съ большимъ срокомъ обученія. Но и это есть указаніе живой практики, котораго рѣшительно нельзя игнорировать,—по нашему убѣжденію, оно должно, напротивъ, играть, быть можетъ, рѣшающую роль. Населеніе Россіи въ преобладающемъ большинствѣ мало состоятельное; большинство молодыхъ людей учится при весьма неблагоприятныхъ матеріальныхъ условіяхъ. Каждый лишній годъ представляетъ тяжелое бремя, часто непреодолимое. Планъ подготовки къ учительскому званію для преподаванія въ средней школѣ математики и физики выработанъ упомянутой выше Коммиссіей Германскаго Общества Естествоиспытателей съ такимъ расчетомъ, чтобы лицо, имѣющее среднее образованіе, могло подготовиться къ учительскому экзамену въ 6 семестровъ. Мы, положимъ, считаемъ это мало осуществимымъ даже при нѣмецкой выдержкѣ. У насъ университетскій курсъ рассчитанъ на 4 года, но въ этотъ срокъ кончаетъ лишь небольшое меньшинство; большинство затрачиваетъ на это 5 лѣтъ,—нѣкоторые больше. Такимъ образомъ, чтобы подготовиться къ преподаванію у насъ (при двухъ годичныхъ курсахъ), потребовался бы срокъ въ 6—7 лѣтъ; врядъ ли нужно доказывать ненормальность такого положенія. Это ясно сознавали у насъ

и раньше; и потому у нас давно утвердился взгляд, что педагогические курсы могут правильно функционировать лишь при субсидировании учащихся. Практика это подтверждаетъ въ полной мѣрѣ. Мы видѣли, что для привлеченія слушателей на курсы, были необходимы стипендіи еще въ 60-хъ годахъ; недостаточность этихъ стипендій по количеству и по размѣру были одной изъ причинъ ихъ упадка; мы видимъ теперь, что въ Москвѣ и въ Кіевѣ, гдѣ нѣтъ стипендій, не оказалось вовсе слушателей, дѣйствительно „готовящихся“ себя къ учительской дѣятельности; были только люди, отдававшіе курсамъ свой досугъ. „Незначительность субсидій“ писалъ намъ г. Кондратьевъ изъ Петербурга, „является несомнѣнной причиной того, что практикантовъ такъ мало“; къ тому же они ходатайствовали объ увеличеніи размѣра стипендій. Даже въ Одессѣ, гдѣ стипендія доведена до 600 руб. въ годъ, отнюдь не было избытка желающихъ поступить на курсы. Въ Россіи теперь много учебныхъ заведеній, много частныхъ; спросъ на учительскій трудъ значителенъ, и молодые люди пристраиваются непосредственно по окончаніи университета. Для того, чтобы дать имъ возможность посвятить два года подготовкѣ къ преподавательской дѣятельности, нужно ихъ солидно обезпечить. Слушатели курсовъ военнаго вѣдомства, состоящіе въ офицерскихъ чинахъ, получаютъ опредѣленное денежное содержаніе примѣнительно къ окладамъ, получаемымъ слушателями военныхъ академій и интендантскаго курса. Кандидаты не офицерскаго званія получаютъ по 75 р. въ мѣсяць. Такую же стипендію въ 900 р. въ годъ устанавливаетъ положеніе о педагогическомъ институтѣ имени П. Г. Шеллапутина въ Москвѣ, о которомъ еще будетъ рѣчь ниже. Но если по такому расчету провести черезъ двухгодичные курсы всѣхъ будущихъ учителей (а мы это считаемъ необходимымъ не только для учителей, но и для самихъ курсовъ\*), то на однѣ стипендіи потребуются огромныя средства, ассигнованіе которыхъ врядъ ли возможно. Въ виду всего сказаннаго мы считаемъ желательнымъ открытіе одного, много двухъ педагогическихъ институтовъ съ двухлѣтнимъ курсомъ. Эти институты будутъ привлекать сравнительно болѣе состоятельныхъ молодыхъ людей, которымъ легче выдержать двухгодичный стажъ для основательной подготовки; изъ менѣе состоятельныхъ можно будетъ привлечь приличной субсидіей болѣе одаренныхъ, если надлежащимъ образомъ дѣлать выборъ.

Остальные кандидаты должны проходить краткосрочные курсы. Но, чтобы совмѣстить годичный курсъ съ болѣе или менѣе цѣлесообразной и солидной программой, есть только одно средство: часть программы должна быть отнесена къ университетскому курсу. Эта идея по существу, конечно, не нова; ее высказывали нѣкоторые факультеты еще при первомъ опросѣ въ 1864 году; неоднократно она повторялась, какъ при официальномъ обсужденіи вопроса, такъ и въ неофициальной литературѣ. Мы видѣли, что университетская комиссія 1902 года признала даже возможнымъ ввѣрить университету дѣло

\*) См. ниже, стр. 10—11.

приготовленія учителей во всемъ его объемѣ. Мы считаемъ это большою ошибкой; болѣе того, мы считали бы ошибкой порученіе университетамъ какой бы то ни было роли въ этомъ дѣлѣ, которая не соотвѣтствуетъ прямымъ и общепризнаннымъ задачамъ университетскаго преподаванія. Иначе говоря, мы стоимъ за внесеніе въ курсъ университетскаго преподаванія тѣхъ дисциплинъ, которыя не связаны и исключительнo съ педагогической дѣятельностью, которыя могутъ и даже должны оказать значительное вліяніе и на общее математическое развитіе студента. Всѣ предметы первой (обще педагогической группы) въ настоящее время въ университетѣ читаются; мы стоимъ за внесеніе въ число предметовъ, обязательныхъ къ чтенію на физико-математическомъ факультетѣ, почти всѣхъ предметовъ второй (спеціально теоретической) группы. Нужно удивляться оторванности университетскаго преподаванія математики отъ средней школы. Поступая на математическое отдѣленіе, нашъ студентъ какъ бы совершенно порываетъ съ тѣмъ матеріаломъ, которымъ онъ занимался въ средней школѣ, и переносится въ сферу совершенно иныхъ идей, съ которыми онъ вновь порываетъ, оставляя университетскую аудиторію. На нашъ взглядъ, трудно даже учесть тотъ вредъ, который приноситъ „эта система двойного забвенія“, какъ ее называетъ Ф. Клейнъ. Между тѣмъ элементарная математика содержитъ въ себѣ обильный источникъ идей и методовъ, болѣе серьезное изученіе которыхъ въ высшей школѣ содѣйствовало бы расширенію кругозора учащихся и воспріятію основъ высшей математики. Что же касается основаній ариѳметики и геометріи, то, на нашъ взглядъ, включеніе этихъ предметовъ въ курсъ университетскаго преподаванія составляетъ въ настоящее время насущную необходимость. Мы не говоримъ уже о томъ, что въ настоящее время въ Западной Европѣ не найдется университета, въ которомъ эти предметы періодически не читались бы. Совершенно независимо отъ этого, эти дисциплины содержатъ такое обиліе глубокихъ и притомъ строго-математическихъ идей, что игнорированіе ихъ въ циклѣ университетскихъ наукъ мы считаемъ какимъ то недоразумѣніемъ.

Два обстоятельства нужно серьезно обсудить, отстаивая это предложеніе; во первыхъ, не переобременить ли студентовъ эта новая серія предметовъ; во вторыхъ, осуществимо ли это съ точки зрѣнія наличности преподавательскихъ силъ.

Что касается перваго вопроса, то этого опасаться, на нашъ взглядъ, нѣтъ серьезныхъ основаній. Часть того матеріала, который относятъ къ теоретической ариѳметикѣ, можетъ быть включенъ въ курсъ введенія въ анализъ, признанный уже министерствомъ обязательнымъ для учительскихъ кандидатовъ. Понадобился бы лишь небольшой курсъ на старшихъ семестрахъ, чтобы округлить и дополнить эти свѣдѣнія. Каждый студентъ математическаго отдѣленія, по дѣйствующимъ у насъ правиламъ, долженъ въ полученія университетскаго диплома выдержать испытанія, сверхъ общеобязательныхъ предметовъ, по двумъ имъ избраннымъ дополнительнымъ предметамъ. Мы считали бы вполне естественнымъ, чтобы лица, готовящія себя къ учительскому званію, избирали въ качествѣ таковыхъ предметы

нашей специально теоретической группы. Тогда останется дополнить лишь весьма небольшое. Предметы обще-педагогической группы студенты могли бы съ успѣхомъ прослушать, распредѣливъ ихъ по всему университетскому курсу. Нѣсколько болѣе затруднительно это будетъ для тѣхъ, которые рѣшатъ посвятить себя учительскому дѣлу сравнительно поздно; но и они предпочтутъ это затратѣ лишняго года. Весьма возможно, что нѣкоторую часть обще-педагогическихъ предметовъ было бы желательно отнести къ педагогическимъ курсамъ; но это уже детали, которыя здѣсь врядъ ли цѣлесообразно обсуждать.

Серьезнѣе мы считаемъ второе затрудненіе, заключающееся въ недостаткѣ преподавательскихъ силъ. Противники введенія перечисленныхъ выше предметовъ (спеціальной группы) въ курсъ нормального университетскаго преподаванія указываютъ, что именно эти предметы должны читаться людьми, глубоко ихъ продумавшими и серьезно ими занимавшимися; что, при преобладающемъ у насъ на математическомъ факультетѣ реалистическомъ направленіи, въ нашихъ университетахъ мало спеціалистовъ по этимъ предметамъ. Признавая всю серьезность этихъ соображеній, мы все же возразимъ на это слѣдующее. Во первыхъ, если преподаваніе новыхъ предметовъ будетъ признано необходимымъ, то это, въ свою очередь, поведетъ къ тому, что такіе спеціалисты черезъ непродолжительное время появятся. Во вторыхъ, отсутствіе подходящихъ людей всегда выдвигалось у насъ, какъ препятствіе къ осуществленію серьезныхъ реформъ, и, вопреки этимъ возраженіямъ, реформы часто проводились съ успѣхомъ, и люди для ихъ осуществленія находились.

Итакъ, по существу изложенныя выше соображенія сводятся къ слѣдующему.

Было бы цѣлесообразно открыть у насъ одинъ, много два—педагогическихъ института съ двухлѣтнимъ курсомъ. Въ дополненіе къ нимъ,—по возможности, во всѣхъ университетскихъ городахъ,—желательно учредить одногодичные педагогическіе курсы; но для того, чтобы эти курсы могли достигать своей цѣли, имъ на помощь долженъ притти университетъ. На университетъ не слѣдуетъ возлагать чуждыхъ ему задачъ; но тѣ дисциплины, которыя не только необходимы преподавателю, но при своемъ строго научномъ характерѣ полезны для общаго математическаго образованія и естественно укладываются въ рамки университетскаго преподаванія, должны быть включены въ число предметовъ, обязательныхъ къ чтенію. Этимъ путемъ курсы будутъ неразрывно связаны, какъ съ высшей, такъ и со средней школой.

Обсуждать здѣсь возможную регламентацію дѣла врядъ ли умѣстно, но одно обстоятельство мы считаемъ нужнымъ подчеркнуть. Если спеціальная подготовка преподавателей будетъ признана необходимой,

то она должна быть сдѣлана и обязательной. Иначе можетъ получиться весьма нежелательное явленіе: въ виду значительнаго спроса на учительскій трудъ, наиболѣе способные будутъ пристраиваться непосредственно по окончаніи университетскаго курса; убѣжища же на курсахъ и дальнѣйшаго покровительства, связаннаго съ окончаніемъ курсовъ, будутъ искать болѣе слабые молодые люди; курсы будутъ привлекать, такимъ образомъ, не лучшія, а худшія силы. Это не произвольное предположеніе: несмотря на то, что дѣйствующіе курсы функционируютъ недавно, приходится слышать очень серьезные жалобы въ этомъ отношеніи.

Прибавимъ еще въ заключеніе, что было бы въ высшей степени важно принять нѣкоторыя мѣры для освѣженія знаній работающихъ уже педагоговъ. Вслѣдствіе громадности территоріи въ Россіи больше, чѣмъ гдѣ бы то ни было, провинціальные города оторваны отъ университетскихъ центровъ. Заброшенный на многие годы въ небольшой городокъ, преподаватель совершенно теряетъ связь съ наукой. Въ высшей степени желательно, чтобы на курсы отъ времени до времени откомандировывались преподаватели провинціальныхъ гимназій. Но такъ какъ, по чисто техническимъ условіямъ, это будетъ довольно трудно практиковать, то было бы весьма полезно устраивать каникулярные курсы. Конечно, такіе курсы не въ состояніи дать того, что преподаватель можетъ получить въ правильно функционирующемъ учрежденіи; но при надлежащей постановкѣ они несомнѣнно будутъ полезны: они будутъ ориентировать преподавателя въ содержаніи, наиболѣе обсуждаемыхъ въ настоящій моментъ вопросовъ въ литературѣ.

## Изъ физики судоходства.

### Вопросы прикладной гидродинамики.

*В. Б. ф. Чудновскаго.*

Переводъ съ нѣмецкаго.

Никакая область техники не отстала такъ сильно, по сравненію со своимъ возрастомъ, въ изученіи связанныхъ съ нею чисто физическихъ условій, какъ судоходство. „Физика судоходства“—если можно употребить это вполне законное выраженіе,—содержитъ въ себѣ ученіе о плаваніи, о движеніи въ водѣ и на водѣ, о встрѣчающихся при этомъ побочныхъ явленіяхъ.

И здѣсь, какъ и во всемъ, существуютъ закономерности, т. е. выражаемыя опредѣленными формулами соотношенія между разсматриваемыми величинами; но особая условія дѣлаютъ разысканіе этихъ соотношеній очень труднымъ. Только въ послѣднее время были сдѣланы серьезные попытки — и не безъ успѣха — подвинуть относя-

щіеся сюда вопросы впередъ, и полученныя данныя привели уже къ болѣе или менѣе цѣннымъ результатамъ.

Нельзя сказать, чтобы научная разработка вопросовъ судоходства и судостроенія была очень стара.

Въ 1594 г. Р. Дѣдли (R. Dudley), впоследствии герцога Нортумберландскій, опубликовалъ различные глубоко продуманные проекты судовъ; въ 1657 г. появилось первое сочиненіе по судостроенію и гидрографіи, принадлежащее П. С. Ж. Фурнье (P. S. J. Fournier); за нимъ послѣдовала въ 1697 г. подобная же книга П. С. Ж. Госта (P. S. J. Hoste), въ которой содержатся уже такъ называемые планы судовъ, т. е. масштабныя чертежи горизонтальнаго сѣченія („планъ палубы“), продольнаго и поперечнаго сѣченій. Въ 1681 г. въ Парижѣ происходило первое совѣщаніе по дѣламъ судостроенія, на которомъ Рено (chevalier Renau) выступилъ съ требованіемъ, чтобы вообще всѣ суда строились по планамъ и чертежамъ. Благодаря инициативѣ Рено теоріей судна занялись Бернулли (J. Bernoulli) и знаменитый Гюйгенсъ. Затѣмъ упомянутое совѣщаніе побудило парижскую академію назначать въ ближайшіе годы изъ этой области темы на соисканіе премій.

Затѣмъ особенно подробно занимался этимъ вопросомъ знаменитый математикъ Леонардъ Эйлеръ; въ 1727 г. появилась его работа „О судовыхъ мачтахъ“, въ 1735 г. — „Объ устойчивости судовъ“, въ 1737—1749 г.г. въ своей „Scientia navalis“ онъ далъ теорію судна примѣнительно къ употреблявшимся тогда формамъ, между тѣмъ какъ Буге (Bouguer) въ своемъ „Трактатѣ о суднѣ“ („Traité du navire“) (1746 г.) сталъ на болѣе практическую почву и пытался путемъ вычисленій найти наиболѣе благоприятную форму судна. Эйлеръ оставилъ при этомъ безъ вниманія процессы, происходящіе въ водѣ, окружающей судно, и разсматривалъ то сопротивление, которое судно должно преодолѣть при движеніи, исключительно лишь какъ толчокъ, дѣйствующій на носовую часть.

Затѣмъ появляются уже попытки произвести соответствующіе опыты; назовемъ, напримѣръ, В. Франклина (1768 г.), который еще въ 1757 г. во время путешествія въ Европу убѣдился на одномъ прекрасномъ примѣрѣ въ пользу экспериментальнаго изслѣдованія мореходныхъ проблемъ\*), и въ 1775 г. Боссюэ, Даламбера и Кондорсе; въ опытахъ, дѣйствительно произведенныхъ, какъ этими послѣдними, такъ и Франклиномъ\*\*), рѣчь идетъ о разницѣ въ сопротивленіи свободной воды и воды въ каналахъ, причемъ малая ширина и уменьшеніе глубины канала увеличиваютъ сопротивленіе\*\*\*).

\*) Ср. Автобіографію Франклина въ „В. Franklins Schriften und Korrespondenz u. s. w.“ Band 3. S. 221—223. (Weimar 1818).

\*\*) См. „О глубинѣ судоходныхъ каналовъ“ („Über die Tiefe schiffbarer Kanäle“) въ „Franklins Werke“ (Dresden 1780) Band 2, S. 272—277.

\*\*\*) Для сравненія съ аналогичными опытами изъ новѣйшаго времени

Изъ сочиненій Эйлера слѣдуетъ упомянуть еще его работы о пропеллерѣ (1747 и 1753 г.), гдѣ онъ разсматриваетъ весла, колеса и даже винты, правда, эти послѣдніе по аналогіи съ крыльями вѣтряной мельницы, но предполагая, что они погружены лишь наполовину; самое же дѣйствіе ихъ онъ вычисляетъ вполне правильно; затѣмъ тамъ же онъ разбираетъ такъ называемую гидравлическую реакцію, или обратный толчокъ, дѣйствіе котораго наблюдается въ общеизвѣстномъ сегнеровомъ колесѣ. Въ 1759 г. появилось его сочиненіе на премію о требованіяхъ, предъявляемыхъ къ судовымъ связямъ при различныхъ обстоятельствахъ, могущихъ возникнуть при сильномъ волненіи; но здѣсь, какъ, впрочемъ, и въ другихъ мѣстахъ, у Эйлера сильно чувствуется недостатокъ собственныхъ наблюденій, чѣмъ и объясняются многочисленныя, къ сожалѣнію, неправильности.

Въ 1773 г. появилась французская обработка его „Scientia nautica“ въ менѣе абстрактно-математическомъ, а потому и болѣе доступномъ изложеніи; Тюрго ввелъ ее въ качествѣ учебника въ французскія мореходныя школы. Вскорѣ эти же данныя были развиты еще дальше въ учебникѣ Монжа (Monge). Эта книга въ свою очередь дала толчокъ Пуансо (Poinsot) къ составленію его „Статики“ („Statique“). Фр. афъ-Хэпмэнъ (Fr. af Chapman) въ Стокгольмѣ далъ въ 1775 г. полную теорію судостроенія и правила для опредѣленія положенія центра тяжести, для измѣренія и нагрузки судовъ. Съ тѣхъ поръ научная гидродинамика неоднократно и успѣшно разрабатывалась; назовемъ Марестье (Marestier 1824 г.), Торникрофта (Thornycroft 1869) и Нистрѣма (Nyström 1872).

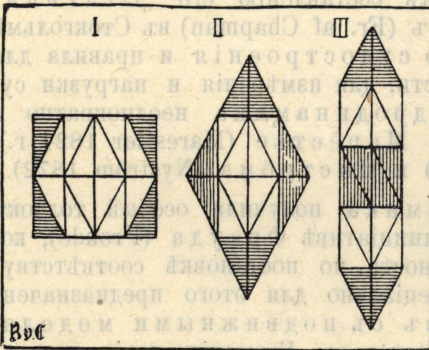
Прикладная гидродинамика получила особый толчокъ къ развитію въ 1877 г. благодаря инициативѣ Фрауда (Froude), которая вызвала оживленную дѣятельность по постановкѣ соответствующихъ опытовъ и по устройству специально для этого предназначенныхъ учрежденій для опытовъ съ подвижными моделями судовъ (Schleppversuchsanstalten); въ Германіи такія учрежденія имѣются въ настоящее время 1) въ Бремергафенѣ, 2) въ Берлинѣ (Тиргартенѣ, вблизи Политехническаго Института, 3) въ Юбигау, подлѣ Дрездена. Значеніе этихъ учрежденій все возрастаетъ, что видно изъ непрерывнаго увеличенія числа ихъ.

Судно, которое движется, а слѣдовательно, и „плаваетъ“ на водѣ, находится на границѣ двухъ средъ очень различной плотности: воды и воздуха, а потому соответственно этимъ особымъ условіямъ, оно погружается въ ту и другую среду очень различными частями своего общаго объема, если оно тяжелѣе болѣе легкой, но легче болѣе тяжелой среды; поэтому при движеніи въ водѣ

см. Маттернъ „Опыты надъ движеніемъ судовъ и надъ винтами въ каналѣ Одеръ-Шпрее и въ судоходной системѣ Берлинъ-Штеттинъ“ („Schlepp und Schraubensuche im Oder-Spree kanal und im Grossschiffahrtsweg Berlin-Stettin“, vom Kgl. Baurat Mattern Potsdam. „Zentralblatt der Bauverwaltung“ 31, Heft 102—103, 1911.).

судну приходится преодолевать большее сопротивление, чѣмъ если бы оно дѣликомъ находилось въ воздухѣ, благодаря болѣе плотности воды и соответственно болѣе величинѣ погруженной въ нее части. Отношеніе этихъ частичныхъ сопротивленій можно считать для одинаковыхъ объемовъ приблизительно равнымъ отношенію удѣльных вѣсовъ воздуха и воды, т. е. около 1,293:1000 или 1:773,4; слѣдовательно, сопротивление воды во столько разъ превышаетъ сопротивление воздуха, что рядомъ съ первымъ этимъ послѣднимъ можно пренебречь.

Разсмотримъ тѣло, имѣющее форму параллелепипеда съ квадратнымъ основаніемъ (фиг. 1, I), которое плаваетъ, погружившись до известной глубины въ воду; въ такомъ случаѣ, если мы раздѣлимъ наше тѣло вертикальными плоскими сѣченіями—какъ показано на рисунокѣ—и полученные части сгруппируемъ въ другомъ порядкѣ, напимѣръ, такъ, какъ въ фиг. 1, II, то глубина посадки не измѣнится, но зато сопротивление при движеніи въ горизонтальной плоскости по направленію продольной оси сильно уменьшится, такъ какъ теперь на обращенныя впередъ поверхности дѣйствуютъ наклонныя къ нимъ силы вмѣсто



Фиг. 1.

перпендикулярныхъ. Еще значительнѣе это уменьшеніе сопротивления въ III, гдѣ, кромѣ того, уменьшено еще и поперечное сѣченіе (проще—ширина), но зато еще болѣе увеличена длина. Но было бы большою ошибкой заключать отсюда, что судно будетъ двигаться тѣмъ лучше, чѣмъ уже—при данномъ водоизмѣщеніи—будетъ его корпусъ, ибо съ возрастаніемъ длины возрастаетъ и величина смачиваемой поверхности, и все сильнѣе начинаетъ сказываться треніе корпуса судна о воду\*). Это треніе было установлено въ особенности при измѣреніи большихъ глубинъ, гдѣ оно оказывало замѣтное сопротивление при вытаскиваніи проволокъ длиной часто въ нѣсколько километровъ (измѣренныя глубины составляютъ въ Атлантическомъ океанѣ 6000—8300 м., въблизи Японіи 8500 м., къ востоку отъ Филиппинскихъ острововъ 9600 м. и т. д.).

Но прежде всего здѣсь нужно обратить вниманіе на то, что уголъ, на который жидкость должна измѣнять свое направленіе, обтекая корпусъ судна, при переходѣ отъ формы I къ III становится все болѣе тупымъ. Измѣненіе направленія, относительнаго теченія воды, возникающаго вдоль боковыхъ сторонъ становится, слѣдовательно, все мень-

\*) Экспериментальныя изслѣдованія въ этой области, насколько намъ известно еще не были произведены.

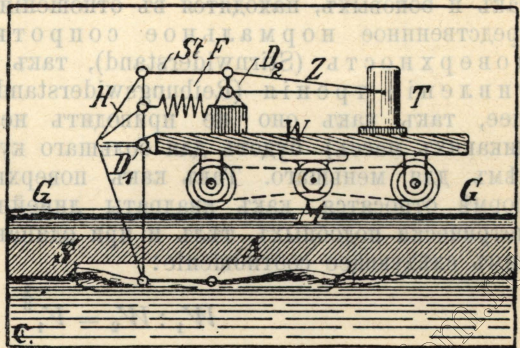


ше, изгибаніе водяныхъ струй—все слабѣе. Рѣзкія же измѣненія въ направленіи потока жидкости вызываютъ образование водоворотовъ, какъ это легко наблюдать въ желобахъ, приводящихъ воду къ водяной мельницѣ, а такъ какъ водовороты состоятъ изъ движущихся массъ воды, то для образованія ихъ требуется затрата энергіи, а потому они являюся источниками совершенно бесполезной потери энергіи.

Всякое „судно“ и, соотвѣтственно, его корпусъ распадается на двѣ части: надводную и подводную. Своеобразная форма послѣдней коренится въ самой глубокой древности и возникла, по всей вѣроятности—сознательно или безосознательно—такимъ именно образомъ, какъ это представлено на фиг. 1; въ самомъ дѣлѣ первымъ судномъ было, несомнѣнно, просто дерево, упавшее въ воду, которое затѣмъ было выдолблено, заострено съ одного конца и такимъ образомъ постепенно превратилось въ „душегубку“ („Einbaum“), прототипъ лодки.

Когда такое судно движется, то происходитъ слѣдующее. Оно вытѣсняетъ воду, сдвигая ее впереди передъ собой, такъ что передъ судномъ, у его „носа“ получается водяная гора—носовая волна. Поднятыя такимъ образомъ массы воды стремятся разлиться и—вполнѣ естественно—разливаются преимущественно вдоль корпуса судна, по сторонамъ котораго развиваются вслѣдствіе этого своеобразныя теченія, причѣмъ появляются характерной формы волны. Соотвѣтственно упомянутой „носовой волнѣ“ образуется и кормовая волна, но эта послѣдняя не всегда лежитъ непосредственно за кормой\*).

Для подробнаго изслѣдованія всѣхъ этихъ явленій служатъ уже упомянутыя учрежденія для опытовъ съ подвижными моделями, которыя очень важны именно потому, что въ нихъ можно по способу англичанина Фруда (Froude) (1877 г.) на точныхъ масштабныхъ моделяхъ найти сопротивление и требуемую силу при различныхъ скоростяхъ для проектируемыхъ новыхъ судовъ; такія изслѣдованія производятся, напримѣръ, въ Берлинѣ морскимъ министерствомъ (Reichsmarineamt) для военнаго флота. Схема такого прибора показана на фиг. 2 (продольный разрѣзъ). Вдоль



Фиг. 2.

\*) „Носъ“ это передняя, а „корма“—задняя часть судна; въ такомъ же смыслѣ эти названія употребляются (по крайней мѣрѣ, въ нѣмецкой литературѣ) и для дирижаблей.

длиннаго прямоугольнаго бассейна съ обѣихъ сторонъ его положено по рельсу  $gg$ , такъ что получается рельсовый путь, по которому движется четырехколесная телѣжка  $W$  въ видѣ подвижнаго моста. Телѣжка эта приводится въ движеніе электро-моторомъ  $M$  съ произвольно устанавливаемой равномерной скоростью и снабжена системой рычаговъ  $H, St, Z$  съ точками опоры  $D_1D_2$ . На эти опорныя точки дѣйствуютъ въ прямо противоположныхъ направленіяхъ съ одной стороны модель  $S$ , подвижно закрѣпленная сочлененіями въ своемъ „центрѣ тяжести“  $A$ , съ другой стороны — точно вывѣренная пружина  $F$ ; рычагъ  $Z$  вычерчиваетъ на вращающемся цилиндрѣ  $T$  (приводимомъ въ движеніе часовымъ механизмомъ или соотвѣтствующей передачей отъ мотора  $M$ ) измѣненіе напряженія пружины, какъ функцію пройденнаго пути. При этомъ, разумѣется, отмѣчается и скорость телѣжки, а слѣдовательно, и самой модели, такъ что на основаніи одного или нѣсколькихъ рядовъ измѣреній такого рода можно вычертить въ видѣ особой кривой зависимость между обѣими величинами, т. е. можно выразить сопротивленіе, какъ функцію скорости.

Чтобы такіе „опыты въ малыхъ размѣрахъ“ имѣли дѣйствительную цѣнность, недостаточно продѣлать рядъ наблюденій надъ отдѣльными моделями; нужно еще знать, какимъ образомъ полученные результаты должны быть переработаны для судовъ, корпусъ которыхъ геометрически вполне подобенъ этимъ моделямъ. Представимъ себѣ, что два куба, ребра которыхъ относятся, какъ 1 : 2, движутся при одинаковыхъ условіяхъ съ одной и той же скоростью, въ такомъ случаѣ площади ихъ граней, какъ переднихъ, такъ и боковыхъ, находятся въ отношеніи 1 : 4; поэтому, какъ непосредственное нормальное сопротивленіе на переднюю поверхность (*Stirnwiderstand*), такъ и гораздо меньшее сопротивленіе тренія (*Reibungswiderstand*) съ боковъ и снизу (меньшее, такъ какъ оно не приводитъ непосредственно въ движеніе никакихъ массъ) будетъ для большаго куба въ четыре раза больше, чѣмъ для меньшаго. Такъ какъ поверхности тѣлъ при одинаковой формѣ относятся, какъ квадраты линейныхъ измѣреній, то для геометрически подобныхъ тѣлъ и при одинаковыхъ скоростяхъ  $C_1$  получимъ слѣдующее соотношеніе:

$$W_1 : W_2 = V_1^{\frac{2}{3}} : V_2^{\frac{2}{3}}$$

(зависимость сопротивленія  $W$  отъ объема  $V$  при одинаковыхъ скоростяхъ).

Если первый кубъ движется со скоростью  $C_2 = 2C_1$ , то движеніе массъ въ оказывающей сопротивленіе средѣ, т. е. водѣ, будетъ происходить тоже вдвое быстрее, и потому мы получимъ для нашего куба (или вообще для различныхъ одинаковыхъ тѣлъ) такое соотношеніе:

$$W_1 : W_2 = C_1^2 : C_2^2$$

(зависимость сопротивленія  $W$  отъ скорости  $C$  при одинаковыхъ объемахъ).

Эта большая скорость требует и большей работы в единицу времени — секунду; работа эта равна произведению преодолеваемого сопротивления и скорости, т. е. для требуемой работы в секунду  $A$  получаемъ соотношение

$$A_1 : A_2 = W_1 C_1 : W_2 C_2 = C_1^3 : C_2^3,$$

т. е. „для одного и того же тѣла движущія силы относятся, какъ третьи степени развиваемыхъ ими скоростей!“

Можно представить себѣ такой случай, что для двухъ геометрически вполне подобныхъ моделей или судовъ, объемы которыхъ соответственно равны  $V_1$  и  $V_2$ , даны и двѣ соответствующія различныя скорости  $C_1$  и  $C_2$ , выбранныя такимъ образомъ, что сопротивления движению, а слѣдовательно, и требуемыя для ихъ преодоленія движущія силы относятся, какъ объемы, или — что сводится къ тому же — какъ кубы длинъ; слѣдовательно,

$$W_1 : W_2 = V_1 : V_2 = L_1^3 : L_2^3,$$

если черезъ  $L_1$  и  $L_2$  обозначить соответственно длины судовъ; т. е. возможно, что въ обоихъ случаяхъ мощность машины, рассчитанная на единицу водоизмѣненія — ее можно было бы назвать удѣльной мощностью — будетъ одна и та же.

Если скорости двухъ различныхъ по величинѣ, но геометрически подобныхъ судовъ, полученныхъ при помощи такой работы машинъ, что отношеніе работы машины къ водоизмѣненію, или удѣльная мощность машины въ обоихъ случаяхъ имѣетъ одну и ту же величину, — то такія скорости называются „соответствующими скоростями“. Одна изъ этихъ скоростей всегда должна быть дана; опредѣляются онѣ уравненіемъ:

$$C_2 = C_1 \sqrt{\frac{L_1}{L_2}}.$$

Существуетъ открытый еще Ньютономъ законъ подобія, который, однако, называютъ также Фраудовымъ закономъ подобія, такъ какъ онъ былъ впервые примененъ къ сопротивленію судовъ англійскимъ инженеромъ-судостроителемъ Фраудомъ; состоитъ онъ въ слѣдующемъ:

Для геометрически подобныхъ судовъ, движущихся съ соответствующими скоростями, сопротивленія, образующія волны и водовороты, относятся, какъ ихъ водоизмѣненія!

Выше уже было показано, что общее сопротивленіе состоитъ изъ двухъ слагаемыхъ; сопротивленіе тренія  $W_k$  зависитъ отъ плотности воды, отъ величины „смачиваемой поверхности  $F$ , отъ

коэффициента трения  $n$  (зависящего от свойств поверхности) и от скорости  $C$ ; по Фрауду это сопротивление приблизительно равно:

$$W_R = f \cdot F \cdot C^n,$$

гдѣ  $F$  выражено въ квадратныхъ метрахъ,  $C$  въ километрахъ,  $n$  для лакированныхъ или покрашенныхъ деревянныхъ моделей или судовъ, а также и для гладкихъ желѣзныхъ судовъ равно 1,83 и  $f$  есть число, зависящее отъ абсолютной длины судна и составляющее:

для длины судна	2,5 м.	6,0 м.	15,0 м.	60,0 м.
$f =$	0,0078	0,0069	0,0062	0,0059

Общее сопротивление  $W_T$  находится изъ опытовъ; вычитая изъ него сопротивление трения, получаемъ сопротивление, образующее волны и водовороты  $W_w$

$$W_w = W_T - W_R.$$

Если скорость модели въ произведенномъ опытѣ „соотвѣтствуетъ“ скорости даннаго судна, то его „водоворотное сопротивление“ равно

$$W_{w_1} = W_{w_2} \cdot \frac{V_1}{V_2}, \quad \text{или} \quad = W_{w_2} \left( \frac{L_1}{L_2} \right)^3,$$

такъ какъ линейныя измѣренія пропорціональны кубическимъ корнямъ изъ объемовъ; отношеніе же этихъ корней есть въ то же время масштабное отношеніе модели къ судну, короче  $= a$ . Сопротивленіе трения судна тоже можетъ быть вычислено указаннымъ выше образомъ, и затѣмъ, прибавляя къ нему водоворотное сопротивление, получаемъ искомое общее сопротивление, если опытъ съ моделью былъ произведенъ при соотвѣтствующей скорости. Для полученія этой послѣдней служитъ формула Фрауда:

$$C_2 \text{ (въ узлахъ)} \cdot 0,5144 \cdot \sqrt{a} = C_1 \text{ (въ метрахъ въ 1 секунду)}.$$

Упомянутыя уже учрежденія для опытовъ съ моделями состоятъ въ томъ видѣ, какъ они введены Фраудомъ (ср. фиг. 2) изъ длиннаго, защищеннаго крышей бассейна, надъ которымъ по всей длинѣ его движется „испытательная тѣлѣжка“, снабженная всѣми необходимыми измѣрительными приспособленіями. Но такъ какъ такое устройство очень дорого, то были попытки замѣнить его болѣе простой установкой; мы опишемъ здѣсь еще двѣ изъ нихъ.

а) Установка Велленкампа (Marine-Baugat Wellenkamp) въ Килѣ \*) Модель, находящаяся въ любомъ бассейнѣ достаточной величины, приводится въ движеніе грузомъ при помощи стальной

\*) Фотограммы этой установки были выставлены на Германской судостроительной выставкѣ въ Берлинѣ въ 1908 г.

фортепианной струны. Необходимо, слѣдовательно, падающей грузъ, сообщающей ускореніе, и колодезь или башня достаточной высоты для его паденія. — Еще въ 1768 году Вѣніаминъ Франклинъ производилъ измѣрительные опыты совершенно такимъ же способомъ, но, правда, въ гораздо меньшемъ масштабѣ и съ болѣе простыми средствами \*). — Проволока въ то же время вращаетъ закопченный цилиндръ, на которомъ вычерчиваетъ кривую камертонъ, дѣлающій ровно 100 колебаній въ 1 секунду. Если принять (линейный) масштабъ модели 1 : 30, длину разбѣга (для сообщения ускоренія) — въ 1 — 1½ м., пространство, на которомъ производится измѣреніе, — въ 1½ м., пространство для затормаженія — въ ½ длины модели и длину судна — въ 200 м., то въ такомъ случаѣ нуженъ бассейнъ длиной всего въ 30 м., вмѣсто употребляемыхъ теперь 150 — 207 м. \*\*).

Такая установка, устроенная временно въ Килѣ въ старомъ сухомъ докѣ, стоила всего 11 000 марокъ; вмѣстѣ съ устройствомъ бассейна нужно считать приблизительно 50 000 марокъ, между тѣмъ какъ описанная раньше установка требуетъ гораздо большихъ издержекъ \*\*\*). Но такъ какъ опыты, произведенные по этимъ двумъ способамъ съ одинаковыми моделями, дали значительную разницу въ результатахъ, то способъ Велленкампа-Франклина былъ признанъ менѣе точнымъ, чѣмъ способъ Фрауда — насколько справедливо, остается открытымъ.

б) Установка профессора Рубенса, придуманная для частныхъ опытовъ, является обратной по сравненію съ двумя вышеописанными: модель, соединенная посредствомъ рычага съ динамометромъ, закрѣплена неподвижно, бассейнъ же замѣненъ достаточно длиннымъ, замкнутымъ 0-образнымъ желобомъ; на обоихъ концахъ впереди и позади модели устанавливаются рѣшетки изъ прутьевъ, которые можно переставлять и посредствомъ ихъ регулировать теченіе воды такимъ образомъ, чтобы скорость параллельныхъ струй внутри поперечнаго сѣченія была (приблизительно) одинакова. Вся установка предназначена лишь для опытовъ въ небольшихъ размѣрахъ. Движущую силу доставляетъ водяное колесо.

Бассейнъ для опытовъ съ моделями долженъ имѣть по крайней мѣрѣ 150 м. въ длину и 6 м. въ ширину; надъ нимъ долженъ быть навѣсъ. Модели готовятся при помощи особыхъ машинъ для вырѣзыванія моделей. Состоитъ эта машина въ существенныхъ чертахъ изъ вращающагося рѣзца, подставки для образца (по которому готовится модель) и особаго приспособленія вродѣ навтографа, благодаря которому, если водить штифтомъ по образцу, рѣзецъ пробѣгаетъ геометрически подобные пути. Матеріаломъ для моделей слу-

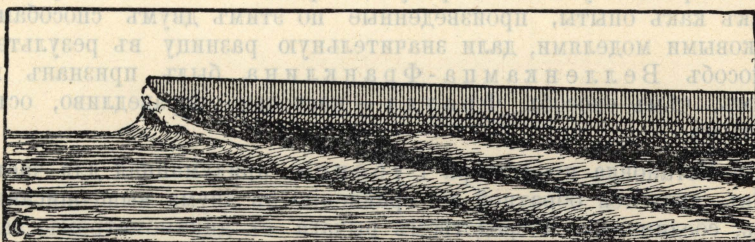
\*) См. „Des Herrn Dr. Benjamin Franklin Sämtliche Werke“ von G. T. Wenzel, Dresden 1780, Band 2, S. 272 — 277, въ особенности таблица на стр. 176.

\*\*) Ср. обсужденіе этого вопроса въ 9-мъ общемъ собраніи „Общества судостроительной техники“ (Schiffbautechnische Gesellschaft) 1908 г.: „Überal“ 10, s. 232 — 234.

\*\*\*) 250 000 — 400 000 марокъ.

жить парафинъ; для большей прочности вкладывается деревянный каркасъ. На фиг. 3 изображены упомянутыя выше волны, какъ онѣ наблюдаются при этихъ опытахъ\*). „Подъемъ“ воды впереди тѣмъ больше, чѣмъ полнѣе, округленнѣе носовая часть и чѣмъ больше наклоненъ назадъ штевень.

Правильность результатовъ этихъ опытовъ надъ моделями можетъ быть провѣрена только измѣреніями на выстроенныхъ уже судахъ при помощи пробнаго плаванія по промѣренной милѣ при одновременномъ вычерчиваніи индикаторныхъ діаграммъ для измѣренія работы машины. „Промѣренная миля“ откладывается на удобномъ по возможности свободномъ отъ теченій фарватерѣ при помощи хорошо замѣтныхъ значковъ на берегу — сигнальныхъ вѣхъ; судно проплываетъ нѣсколько разъ прямымъ курсомъ параллельно линіи, соединяющей обѣ вѣхи, и при помощи особаго приспособленія для визирования точно опредѣляется промежутокъ времени между двумя моментами, когда судно пересѣкаетъ перпендикуляры, опущенные на



Фиг. 3

## Носовая волна.

его курсъ изъ обѣихъ вѣхъ. Въ большинствѣ случаевъ дѣйствительная скорость получается значительно больше, чѣмъ проектированная конструкціонная скорость; такъ напримѣръ, новый германскій бронированный крейсеръ „Von der Tann“ въ 1900 тоннъ водоизмѣненія и съ машиной въ 70000 лошадиныхъ силъ прошелъ не менѣе 28 узловъ, между тѣмъ какъ его „конструкціонная скорость“ составляла 24,5 узла; дѣйствительная скорость оказалась, слѣдовательно, на 14,28% больше. Сравненіе полученныхъ такимъ образомъ и, слѣдовательно, вполне достоверныхъ результатовъ для судовъ различной формы позволяетъ сдѣлать дальнѣйшіе интересные выводы. Выше уже была рѣчь о значеніи формы; для нея важно отношеніе ширины судна къ его длинѣ при одинаковой глубинѣ посадки. слѣдовательно, при данной величинѣ судна мощность машины, необходимая для достиженія опредѣленной скорости, зависитъ отъ этого отношенія; это можно выразить такимъ образомъ, что „удѣльная мощность машины“ (см. выше) должна быть, *ceteris paribus*, тѣмъ больше,

\*) Ср. „Prometheus“ 11, s. 280 — 281, 1900, и I. Schütte, Phys. Ztschr. 3, s. 353 — 361, 1902.

тѣмъ больше относительная ширина судна. Для поясненія сказаннаго можетъ служить слѣдующая таблица.

Названіе	„Arkona“	„Leipzig“	„Freya“	„Hela“
Родъ судна	Корветъ	Фрегатъ	Корветъ	Малый крейсеръ
Годъ постройки	1859	1877	1874	1895
В : L (отношеніи ширины къ длинѣ)	1 : 4,6	1 : 6	1 : 7,5	1 : 9,1
Водоизмѣненіе (въ тоннахъ)	1691	2856	1663	2040
Мощность машины (въ лошадиныхъ силахъ)	1300	4800	2700	6000
Скорость (въ узлахъ)	10	15	15,4	22
Удѣльная мощность машины (въ лошадиныхъ силахъ на 1 тонну)	0,7687	1,68	1,62	2,9

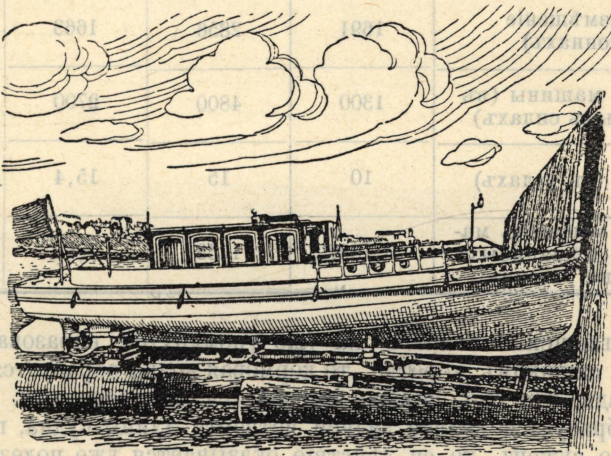
Эти отношенія вліяютъ на уже упомянутое образованіе волнъ. Если судно слишкомъ коротко, то кормовая волна образуется настолько далеко позади, что она сильно нарушается водоворотами. Напротивъ, если она образуется вблизи задней четверти длины судна, гдѣ корпусъ уже замѣтно сужень, то ея дѣйствіе оказывается уже полезнымъ, такъ какъ здѣсь она дѣйствуетъ на поверхности наклоненныя впередъ и въ стороны.

Если мы захотимъ еще лучше использовать это обстоятельство, устроивъ судно плоскимъ и поднявъ его вверхъ по направленію къ кормѣ, то мы получимъ пересѣченіе плоскости дна и палубы въ видѣ горизонтальной прямой (на кормѣ), между тѣмъ какъ боковыя поверхности или касательныя къ нимъ плоскости пересѣкутся впереди по вертикальной прямой; если представить себѣ теперь эти двѣ прямыя такъ ограниченными и ихъ концы такъ соединенными между собой, чтобы образовавшаяся фигура облегла со всѣхъ сторонъ корпусъ судна, то получится тетраэдръ. Такая тетраэдрическая форма судна была предложена Гуляевымъ и защищена патентами D. R. P. 103 483, 105 554 и 112 414; построенная по этому принципу лодка изображена на фиг. 4; для большей ясности приведемъ буквально описаніе изъ второго изъ этихъ патентовъ\*):

\*) По объяснительной запискѣ Общества „Schiffsform Guljaeff G. m. b. H.“ въ Килѣ (1908 г.).

„Форма судового корпуса для быстроходныхъ морскихъ судовъ по патенту 103 483, отличается тѣмъ, что не только закругленіе ватерлиній, и закругленіе килевой линіи, поднимающейся отъ остраго конца къ широкому, устроено такъ, что и наименьшая и простѣйшая геометрическая фигура, описанная около погруженной въ воду части и ограниченная плоскими поверхностями, всегда есть четырехгранная пирамида въ видѣ двойного клина, одно лезвіе котораго расположено горизонтально на поверхности воды, а другое — вертикально“.

Эта форма часто употребляется для моторныхъ лодокъ; примѣненіе ея въ большемъ масштабѣ было представлено на Судостроительной выставкѣ (Берлинъ 1908 г.) моделью современнаго линейнаго судна (4 башни по средней линіи, внутреннія болѣе высокія,



Фиг. 4.

#### Тетраэдрическая лодка.

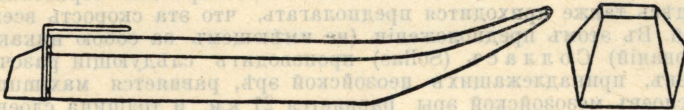
съ восемью 30-сантиметровыми орудіями и двадцатью 15-сантиметровыми\*), выставленной заводомъ Говальдта (Howaldts-Werke) въ Киль.

Если мы представимъ себѣ такое же судно, но съ „обратнымъ движеніемъ“, т. е., если винтъ прикрѣпленъ съ другого конца, и лодка движется горизонтальнымъ ребромъ впередъ, то сопротивленіе воды будетъ дѣйствовать на наклонную плоскость составляющей, направленной вертикально вверхъ; слѣдовательно, судно будетъ приподнято изъ воды, какъ только начнетъ дѣйствовать движущая сила!

\*) Ср. рисунокъ въ „Gänge durch die deutsche Schuffbau-Ausstellung“, отдѣльный отіискъ изъ „Überal“ (Verl. Bollund Piskardt, Berlin) 1908, Heft 10 u. 11, s. 18.



Благодаря этому получается значительное уменьшение сопротивления, и оказывается возможным, применяя этот принцип соответствующим образом, достигнуть лучшего использования данной силы машины, а следовательно, и получить большую скорость. Построенные по этому принципу лодки называются гидропланами или скользящими лодками. Их было построено и испытано уже довольно много\*) Эти суда не имѣют вообще киля, и многія изъ нихъ совсѣмъ уже не похожи на лодку, а являются совсѣмъ особымъ, новымъ техническимъ сооруженіемъ. Но, строго говоря, ихъ можно называть „новыми“ лишь постольку, поскольку въ нихъ удалось благодаря полученнымъ въ другой области\*\*\*) результатамъ и усовершенствованію моторовъ использовать совершенно иначе и съ большимъ успѣхомъ принципъ, который былъ извѣстенъ уже раньше.



Фиг. 5.

„Катимаронъ“ сбоку и сзади.

Если сообщить достаточную скорость обыкновенному „челноку“, рѣчной лодкѣ съ плоскимъ, поднимающимся впереди дномъ и далеко выдающимся носомъ — форма, употребляемая часто, напримѣръ, въ спокойныхъ внутреннихъ водахъ (Шпревальдъ) или форма такъ называемыхъ катимароновъ (фиг. 5), которыми пользуются для рыбной ловли многія индійскія племена — то эта лодка тоже обнаруживаетъ стремленіе выскочить и скользнуть по водѣ: носъ, нижняя поверхность котораго дѣйствуетъ, какъ наклонная плоскость, подымается отъ сопротивленія воды вверхъ до тѣхъ поръ, пока силы не уравновѣсятся. Конечно, дѣло не ограничилось лишь примѣненіемъ того, что уже было извѣстно; но и въ этой области было создано новое, сильно отличающееся, главнымъ образомъ, по своей формѣ, отъ извѣстнаго и традиціоннаго. Нужно упомянуть, что еще Ньютонъ занимался этимъ вопросомъ, и что, следовательно, исторія его далеко не нова.

(Окончаніе слѣдуетъ.)

\*) Между прочимъ, такая лодка была на Выставкѣ моторныхъ лодокъ и моторовъ въ Берлинѣ, 14 марта (3 апрѣля) 1910 г.

\*\*) А именно въ авіаціи; „несущія поверхности“ аэроплана совершенно такъ же испытываютъ при движеніи впередъ сопротивление воздуха, и вертикальная составляющая этого сопротивленія такимъ же образомъ подымаетъ аэропланъ вверхъ, поддерживая его въ воздухѣ.

## НАУЧНАЯ ХРОНИКА.

**Возрасть земли.** Старые геологическіе методы опредѣленія возраста Земли заключаются въ слѣдующемъ. Можно оцѣнить всю массу натрія, заключающуюся въ океанахъ въ видѣ солей; съ другой стороны можно опредѣлить, сколько натрія содержится въ размываемыхъ ежегодно земными водами количествахъ суши. Изъ такихъ соображеній оказывается, что нужно было около 100 милліоновъ лѣтъ для накопленія всего имѣющагося въ океанахъ натрія. Конечно, при этомъ предполагается, что скорость этого накопленія всегда была постоянной. Если ввести поправку на обратное выдѣленіе солей изъ океана (въ отложеніяхъ, распыленіемъ и т. д.), то, по заключенію Жоли (J. Joly) оказывается, что эта поправка не превосходитъ 50% вышеуказаннаго числа. Итакъ, этотъ приемъ даетъ для возраста Земли величину въ 150 000 000 лѣтъ. Другой приемъ заключается въ сравненіи толщины земныхъ слоевъ различныхъ геологическихъ эпохъ со скоростью образованія этихъ слоевъ. Здѣсь также приходится предполагать, что эта скорость всегда была постоянной. Въ этомъ предположеніи (не имѣющемъ за собою никакихъ всѣхъ основаній) Соуласъ (Sollas) производитъ слѣдующій расчетъ: толщина слоевъ, принадлежащихъ неозойской эрѣ, равняется maximum 19 км., толщина слоевъ мезозойской эры равняется 21 км. и толщина слоевъ палеозойской эры равняется 102 км. (архейская эра не дала значительныхъ отложеній); если скорость образованія слоевъ принять равной 7—10 см. въ столѣтіе, то возрастъ Земли отсюда получается равнымъ 100—150 милліонамъ лѣтъ. Оба опредѣленія даютъ величины одного порядка.

Въ 1868 году лордъ Кельвинъ (Kelvin) совершенно инымъ путемъ пришелъ къ опредѣленію возраста земли. При этомъ онъ, исходя изъ предположенія, что Земля первоначально была жидкой и затѣмъ постепенно охлаждалась до образованія твердой коры, подъ возрастомъ земли понималъ промежутокъ времени отъ отвердѣнія земной коры до нашихъ дней. То, что геологи понимаютъ подъ „возрастомъ Земли“, представляетъ собою меньшій періодъ времени. Поэтому данныя выше цифры нужно считать минимальной оцѣнкой возраста Земли, понимая его, какъ и лордъ Кельвинъ. Въ эпоху образованія земной коры внутренность Земли имѣла температуру, приблизительно равную температурѣ плавленія твердыхъ элементовъ земной коры; поверхность же ея имѣла приблизительно ту же температуру, что и теперь. Зная это и зная современную величину градиента температуры внутри Земли лордъ Кельвинъ имѣлъ возможность вычислить возрастъ Земли. Для разсматриваемаго случая градиентъ температуры на глубинѣ  $x$  и по истеченіи времени  $t$  отъ начального момента равняется  $\frac{d\theta}{dx} = \frac{\theta_0}{\sqrt{4\pi kt}}$ , гдѣ  $\theta_0$  — начальная температура на поверхности земли,  $k$  — теплопроводность вещества Земли. Зная  $\frac{d\theta}{dx}$  и  $k$  и принимая  $\theta_0$  равнымъ современной средней температурѣ поверхности Земли, лордъ Кельвинъ вывелъ отсюда, что максимальная величина  $t$  равняется 40 милліонамъ лѣтъ.

Съ открытіемъ радиоактивныхъ явленій физика получилъ новый методъ для оцѣнки возраста Земли; вмѣстѣ съ тѣмъ получилось объясненіе малости величины, полученной лордомъ Кельвиномъ. Именно, лордъ Кельвинъ предполагалъ, что весь тепловой потокъ сквозь слои земной поверхности, достигающій  $6 \cdot 10^{12}$  калорій въ секунду, обязанъ своимъ происхожденіемъ высокой температурѣ внутренности Земли. Однако, какъ указали въ 1903 году Ретгефордъ (Rutherford) и Содди (Soddy), теплота распада радія должна играть значительную роль во всѣхъ явленіяхъ космической физики. Одинъ граммъ радія, находясь въ равновѣсіи съ продуктами своего распада, выдѣляетъ 0.06 калорій въ секунду; оцѣнивая содержаніе радія въ земной корѣ, Лэби (Laby) привнимаетъ, что каждый граммъ земной коры выдѣляетъ

$2 \cdot 5 \cdot 10^{-13}$  калорій въ секунду. Какъ показали опыты, это выдѣленіе тепла отличается строгимъ постоянствомъ и не зависитъ отъ температуры и давления. Кромѣ того, такое же выдѣленіе теплоты должно происходить въ земной корѣ вслѣдствіе процессовъ распада торія; Лэби принимаетъ, что въ результатахъ этихъ процессовъ каждый граммъ земной коры выдѣляетъ въ секунду  $6 \cdot 5 \cdot 10^{-14}$  калорій. Всего земная кора вслѣдствіе радиоактивныхъ процессовъ выдѣляетъ  $3 \cdot 10^{-13}$  калорій въ секунду на каждый граммъ. Если бы вся масса земли была такимъ источникомъ радиоактивной теплоты, то она выдѣляла бы  $1 \cdot 8 \cdot 10^{15}$  калорій въ секунду, т. е. въ 300 разъ больше, чѣмъ это получается изъ опредѣленной градиента. Поэтому нужно думать, что внутри земли радія и торія гораздо меньше, нежели на поверхности.

Радиоактивный методъ опредѣленія возраста Земли заключается въ слѣдующемъ. Если допустить, что весь гелій заключенный въ радиоактивныхъ минералахъ, является продуктомъ распада радиоактивныхъ веществъ, то, зная количество гелія, образующагося изъ одного грамма урана за годъ, можно опредѣлить возрастъ этихъ минераловъ по содержанію въ нихъ гелія. Жоли принимаетъ, что граммъ урана въ годъ образуетъ  $10 \cdot 7 \cdot 10^{-8}$  куб. см. гелія. Въ связи съ опредѣленіемъ Стрэтта (Strutt) содержанія гелія въ различныхъ радиоактивныхъ минералахъ получаютъ отсюда слѣдующія величины для ихъ возраста:

сферосидеритъ  $8 \cdot 4 \cdot 10^6$  лѣтъ; гематитъ (каменноуг.)  $150 \cdot 10^6$  лѣтъ

гематитъ (эоцень)  $31 \cdot 10^6$  лѣтъ; сфенъ (архейск.)  $> 10 \cdot 10^6$  лѣтъ.

Наиболѣе тщательное опредѣленіе Стрэтта для торіанита дало цифру равную  $280 \cdot 10^6$  лѣтъ. Конечно, Земля старше этого минерала. Градиентъ же температуры въ земной корѣ не упалъ ниже современнаго его значенія потому, что паденіе теплоты путемъ теплопроводности компенсировалось образованіемъ ея въ радиоактивныхъ процессахъ.

Геологическія соображенія относительно возраста Земли предполагаютъ неизмѣнность въ теченіе всего оцѣниваемаго періода опредѣленныхъ процессовъ (отложеніе слоевъ, раствореніе натрія въ океанахъ), не имѣющую за собой никакихъ вѣскихъ основаній. Лордъ Кельвинъ долженъ былъ предполагать неизмѣнной теплопроводность минераловъ. Радиоактивный методъ принимаетъ за неизмѣнную скорость образованія гелія. И только послѣдняя гипотеза является приемлемой, такъ какъ относится къ явленію, дѣйствительно, независящему отъ температуры, давления и прочихъ физическихъ факторовъ. Прочія гипотезы, необходимыя для радиоактивнаго метода — 1) не существовало въ минералахъ гелія до начала его образованія радиоактивнымъ путемъ; 2) не прибавлялось въ минералахъ никогда гелія инымъ путемъ, кромѣ радиоактивнаго — являются вполнѣ приемлемыми, такъ какъ никогда не обнаруживалось присутствія гелія въ не радиоактивныхъ минералахъ.

Такимъ образомъ новая отрасль физики позволяетъ заключить, что возрастъ Земли значительно выше того, который даютъ геологическіе методы. Онъ превышаетъ 280 милліоновъ лѣтъ и, можетъ быть, достигаетъ величины, близкой къ 720 — 750 милліонамъ лѣтъ.

## БИБЛИОГРАФІЯ.

### III. Новости иностранной литературы.

**L. Koenigsberger.** *Hermann von Helmholtz.* Gekürzte Volksausgabe. XII + 356 стр. Braunschweig. 1911.

Личность Гельмгольца принадлежит несомненно къ числу наиболее выдающихся представителей точнаго знания въ XIX столѣтіи. Вскорѣ послѣ смерти Гельмгольца проф. Гейдельбергскаго университета Л. Кёнигсбергеръ написалъ его біографію въ 3-хъ томахъ. Это обширное сочиненіе представляло собою огромную монографію, очень интересную для характеристики этого замѣчательнаго ученаго и его творчества, — но слишкомъ тяжеловѣсную для средняго читателя. Въ настоящее время Кёнигсбергеръ выпустилъ болѣе доступную переработку своего сочиненія, предназначенную именно для средняго интеллигентнаго читателя, интересующагося точнымъ знаніемъ. Книга читается съ захватывающимъ интересомъ и, несмотря на нѣсколько — мы сказали бы — слишкомъ профессорское изложеніе, даетъ ясное представление о мощной личности Гельмгольца и его твореніяхъ. Къ книгѣ приложено два портрета Гельмгольца.

В. К.

**H. Weber und J. Wellstein** *Encyclopädie der Elementar-Mathematik Bd. III, II* XIV + 671 стр. Leipzig. Teubner 1912.

Энциклопедія Элементарной Математики Вебера и Вельштейна очень скоро потребовала втораго изданія. Но второе изданіе перваго и втораго томовъ коренной переработки не требовало. Между тѣмъ 3-й томъ во второмъ изданіи превратился въ два большихъ тома. Первый изъ нихъ, посвященный математической физикѣ, появился въ прошломъ году. Онъ содержитъ весьма доступное и элементарное изложеніе началъ математической физики, быть можетъ, болѣе доступное, чѣмъ второй томъ, посвященный геометріи. Только теорія векторовъ, начинающая собой книгу, изложена мы сказали бы — слишкомъ широко и абстрактно. Было бы очень жаль, если бы эта глава отпугала читателей.

Вышедшая въ настоящее время 2-ая книга III-го тома содержитъ слѣдующіе отдѣлы: графики (начертательная геометрія и графическая статика), теорія вѣроятностей, основанія политической ариметики (учетъ долгосрочныхъ обязательствъ и начала страхового дѣла), астрономія (основныя начала сферической и теоретической астрономіи).

Первый отдѣлъ для цѣлей настоящаго сочиненія разработанъ, на нашъ взглядъ, слишкомъ подробно (338 стр.). Остальные отдѣлы соразмѣрены съ общимъ характеромъ сочиненія очень удачно и представляютъ собою совершенно своеобразное элементарное изложеніе дисциплинъ, считавшихся до сихъ поръ неотъемлемымъ достояніемъ высшей математики. Какъ видно изъ предисловія, авторы считаютъ сочиненіе вполне законченнымъ. Энциклопедія Вебера и Вельштейна уже оказала и, несомнѣнно, еще долго будетъ оказывать большое вліяніе на распространеніе физико-математическихъ знаний.

В. К.

## ЗАДАЧИ.

Подъ редакціей привать-доцента **Е. Л. Буницкаго**.

Редакція проситъ не помѣщать на одномъ и томъ же листѣ бумаги 1) дѣловой переписки съ конторой, 2) рѣшеній задачъ, напечатанныхъ въ „Вѣстникѣ“, и 3) задачъ, предлагаемыхъ для рѣшенія. Въ противномъ случаѣ редакція не можетъ поручиться за то, чтобы она могла своевременно принять мѣры къ удовлетворенію нуждъ корреспондентовъ.

Редакція проситъ лицъ, предлагающихъ задачи для помѣщенія въ „Вѣстникѣ“, либо присылать задачи вмѣстѣ съ ихъ рѣшеніями, либо снабжать задачи указаніемъ, что лицу, предлагающему задачу, неизвѣстно ея рѣшеніе.

## ОТДѢЛЪ I.

**№ 39** (6 сер.). Рѣшить уравненіе

$$\begin{aligned} & (a + b + c + d + x)^5 - 6(a + b + c + d + x)^3(a^2 + b^2 + c^2 + d^2 + x^2) + \\ & + 8(a + b + c + d + x)^2(a^3 + b^3 + c^3 + d^3 + x^3) + \\ & + 6(a + b + c + d + x)(a^2 + b^2 + c^2 + d^2 + x^2)^2 - \\ & - 12(a + b + c + d + x)(a^4 + b^4 + c^4 + d^4 + x^4) - 96abdcx = 0. \end{aligned}$$

*Л. Богдановичъ* (Ярославль).

**№ 40** (6 сер.). Найти углы треугольника  $ABC$ , зная, что они образуютъ арифметическую прогрессию и что наибольшая сторона его  $c$  вдвое больше наименьшей стороны  $a$ .

*Г. Варкентинъ* (Петербургъ).

**№ 41** (6 сер.). Найти предѣлъ, къ которому стремится произведеніе

$$\left(1 + \frac{1}{m}\right) \left(1 + \frac{1}{m^2}\right) \left(1 + \frac{1}{m^3}\right) \dots \left(1 + \frac{1}{m^{2n}}\right)$$

при  $m > 1$ , если  $n$  безконечно возрастаетъ.

*Я. Назаревскій* (Харьковъ).

## РЪШЕНИЯ ЗАДАЧЪ.

№ 461 (5 сер.). *Ръшить уравненіе*

$$\frac{\cos^3 \vartheta}{\cos x} + \frac{\sin^3 \vartheta}{\sin x} = 1.$$

(Займств. изъ „*Journal des Mathématiques élémentaires*“).

Замѣняя единицу въ правой части черезъ  $\sin^2 \vartheta + \cos^2 \vartheta$  и освобождаясь отъ знаменателя, приведемъ уравненіе къ виду

$$\cos^3 \vartheta \sin x + \sin^3 \vartheta \cos x - \sin^2 \vartheta \sin x \cos x - \cos^2 \vartheta \sin x \cos x = 0.$$

Теперь замѣнимъ  $\cos^3 \vartheta$  и  $\sin^3 \vartheta$  соответственно черезъ  $\cos \vartheta (1 - \sin^2 \vartheta)$  и  $\sin \vartheta (1 - \cos^2 \vartheta)$  и кромѣ того прибавимъ выраженіе  $\sin \vartheta \cos \vartheta$ , а затѣмъ вычтемъ тождественно равное ему выраженіе  $\sin \vartheta \cos \vartheta (\sin^2 x + \cos^2 x)$ . Тогда уравненіе принимаетъ слѣдующій видъ:

$$\cos \vartheta \sin x - \cos \vartheta \sin^2 \vartheta \sin x + \sin \vartheta \cos x - \sin \vartheta \cos^2 \vartheta \cos x - \sin^2 \vartheta \sin x \cos x -$$

$$\cos^2 \vartheta \sin x \cos x + \sin \vartheta \cos \vartheta - \sin \vartheta \cos \vartheta \sin^2 x - \sin \vartheta \cos \vartheta \cos^2 x = 0,$$

или

$$(\sin x \cos \vartheta + \sin \vartheta \cos x) - \sin \vartheta \cos \vartheta (\cos x \cos \vartheta + \sin x \sin \vartheta) + \sin \vartheta \cos \vartheta -$$

$$- [\sin x \cos \vartheta (\cos x \cos \vartheta + \sin x \sin \vartheta) + \sin \vartheta \cos x (\cos x \cos \vartheta + \sin x \sin \vartheta)] = 0$$

т. е.

$$\sin(x + \vartheta) - \sin \vartheta \cos \vartheta \cos(x - \vartheta) + \sin \vartheta \cos \vartheta - (\sin x \cos \vartheta + \sin \vartheta \cos x) \cos(x - \vartheta) = 0$$

или

$$\sin(x + \vartheta) - \sin \vartheta \cos \vartheta \cos(x - \vartheta) + \sin \vartheta \cos \vartheta - \sin(x + \vartheta) \cos(x - \vartheta) = 0,$$

Разлагая преобразованное такимъ образомъ уравненіе на множители, получимъ:

$$[1 - \cos(x - \vartheta)][\sin(x + \vartheta) + \sin \vartheta \cos \vartheta] = 0,$$

откуда приходимъ къ одному изъ двухъ уравненій

$$\cos(x - \vartheta) = 1, \quad \sin(x + \vartheta) = -\sin \vartheta \cos \vartheta = -\frac{1}{2} \sin 2\vartheta.$$

Рѣшая эти уравненія, получимъ два рѣшенія:

$$x_1 = 2k\pi + \vartheta, \quad x_2 = k\pi - (-1)^k \arcsin\left(\frac{1}{2} \sin 2\vartheta\right),$$

въ которыхъ  $k$  — произвольное цѣлое число,  $\vartheta$  — мѣра даннаго угла въ радиантахъ,  $\arcsin\left(\frac{1}{2} \sin 2\vartheta\right)$  — мѣра въ радиантахъ одного изъ угловъ (напримѣръ, наименьшаго неотрицательнаго угла), синусъ котораго равенъ  $\frac{1}{2} \sin 2\vartheta$ .

О. Вольбергъ (Череповецъ); М. Пистракъ (Лодзь); М. Добровольскій (Сердобскъ); Н. С. (Одесса).

№ 478 (5 сер.). Решить систему уравнений

$$\operatorname{tg} x = a \operatorname{tg} 2y, \quad \operatorname{tg} y = b \operatorname{tg} 2x.$$

Представивъ данныя уравненія въ видѣ:

$$\operatorname{tg} x = \frac{2a \operatorname{tg} y}{1 - \operatorname{tg}^2 y}, \quad (1)$$

$$\operatorname{tg} y = \frac{2b \operatorname{tg} x}{1 - \operatorname{tg}^2 x}, \quad (2)$$

подставляемъ значеніе  $\operatorname{tg} y$  изъ второго уравненія въ первое. Тогда получимъ:

$$\operatorname{tg} x = \frac{4ab \operatorname{tg} x}{(1 - \operatorname{tg}^2 x) \left[ 1 - \frac{4b^2 \operatorname{tg}^2 x}{(1 - \operatorname{tg}^2 x)^2} \right]},$$

или, послѣ обычныхъ преобразованій,

$$\operatorname{tg} x [\operatorname{tg}^4 x - 2(1 + 2b^2 - 2ab) \operatorname{tg}^2 x + 1 - 4ab] = 0,$$

откуда

$$\operatorname{tg} x = 0 \quad (3)$$

или

$$\operatorname{tg}^4 x - 2(1 + 2b^2 - 2ab) \operatorname{tg}^2 x + 1 - 4ab = 0. \quad (4)$$

Подставляя значеніе  $\operatorname{tg} x$  изъ уравненія (3) въ уравненіе (2), получимъ  $\operatorname{tg} y = 0$ . Решая уравненіе (4), находимъ:

$$\operatorname{tg} x = \pm \sqrt{1 + 2b^2 - 2ab \pm 2b\sqrt{1 + (a - b)^2}}. \quad (5)$$

Подставляя это значеніе  $\operatorname{tg} x$  въ уравненіе (2), послѣ ряда обычныхъ преобразованій получимъ:

$$\operatorname{tg} y = \mp \sqrt{1 + 2a^2 - 2ab \pm 2a\sqrt{1 + (a - b)^2}}, \quad (6)$$

при чемъ при наружныхъ и при внутреннихъ радикалахъ формулъ (5) и (6) для того, чтобы получить соответствующія значенія  $\operatorname{tg} x$  и  $\operatorname{tg} y$ , надо брать одновременно либо верхніе, либо нижніе знаки. Формулы (3), (4) и (5), (6) даютъ искомыя значенія  $\operatorname{tg} x$  и  $\operatorname{tg} y$ . Изъ этихъ формулъ обычнымъ путемъ опредѣляется  $\operatorname{tg} x$  и  $\operatorname{tg} y$ .

П. Тихуновъ (Козловъ).

№ 479 (5 сер.) Найти предѣлъ суммы  $n$  членовъ ряда

$$\frac{2^2}{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4} + \frac{3^2}{2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 5} + \dots + \frac{n^2}{(n-1)n(n+1)(n+2)}.$$

Попробуемъ если это можно, изобразить общій членъ  $\frac{n^2}{(n-1)n(n+1)(n+2)}$  даннаго ряда тождественно, т. е. при любомъ  $n$ , въ видѣ:

$$\frac{n^2}{(n-1)n(n+1)(n+2)} = \frac{an^2 + bn + c}{n(n+1)(n+2)} - \frac{a(n-1)^2 + b(n-1) + c}{(n-1)n(n+1)}, \quad (1)$$

гдѣ  $a, b, c$  суть постоянные коэффициенты.

Тождество (1) послѣ освобожденія отъ знаменателей принимаетъ видъ:

$$(an^2 + bn + c)(n-1) - [a(n-1)^2 + b(n-1) + c](n+2) = n^2. \quad (2)$$

Лѣвая часть равенства (2) должна приводиться тождественно къ  $n^2$ , что возможно лишь тогда, если обѣ части равенства имѣютъ равныя значенія при любомъ  $n$ . Полагая послѣдовательно  $n = 0, 1, 2$ , приходимъ къ равенствамъ:

$$-c - (a - b + c) \cdot 2 = 0, \quad -3c = 1, \quad 4a + 2b + c - (a + b + c) \cdot 4 = 4,$$

или

$$-a + 2b - 3c = 0, \quad -3c = 1, \quad -2b - 3c = 4. \quad (3)$$

Рѣшая систему уравненій (3) обычнымъ путемъ, получимъ:

$$a = -2, \quad b = -\frac{3}{2}, \quad c = -\frac{1}{3}.$$

Такимъ образомъ равенство (1) должно имѣть видъ:

$$\frac{n^2}{(n-1)n(n+1)(n+2)} = \frac{-2n^2 - \frac{3}{2}n - \frac{1}{3}}{n(n+1)(n+2)} + \frac{2(n-1)^2 + \frac{3}{2}(n-1) + \frac{1}{3}}{(n-1)n(n+1)},$$

или

$$\frac{n^2}{(n-1)n(n+1)(n+2)} = -\frac{6n^2 + 9n + 2}{6n(n+1)(n+2)} + \frac{6(n-1)^2 + 9(n-1) + 2}{6(n-1)n(n+1)}. \quad (4)$$

Послѣ выполнения обычныхъ преобразованій вторая часть равенства (4) дѣйствительно обращается въ первую (это слѣдуетъ провѣрить путемъ непосредственнаго вычисленія), и такимъ образомъ равенство (4), будучи вѣрно при всякомъ  $n$ , есть искомое тождество. Полагая

$$-\frac{6n^2 + 9n + 2}{6n(n+1)(n+2)} = f(n) \quad (5)$$

и давая въ тождествѣ (4)  $n$  послѣдовательно значенія  $2, 3, \dots, n$ , находимъ:

$$\frac{2^2}{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4} = f(2) - f(1),$$

$$\frac{3^2}{2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 5} = f(3) - f(2),$$

$$\frac{(n-1)^2}{(n-2)(n-1)n(n+1)} = f(n-1) - f(n-2),$$

$$\frac{n^2}{(n-1)n(n+1)(n+2)} = f(n) - f(n-1).$$

Сложивъ всѣ эти равенства, получимъ [см. (5)]:



$$\frac{2^2}{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4} + \frac{3^2}{2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 5} + \dots + \frac{n^2}{(n-1)n(n+1)(n+2)} = f(n) - f(1) =$$

$$= \frac{17}{36} - \frac{6n^2 + 9n + 2}{6n(n+1)(n+2)} = \frac{17}{36} - \frac{6 \cdot \frac{1}{n} + 9 \cdot \frac{1}{n^2} + 2 \cdot \frac{1}{n^3}}{6 \left(1 + \frac{1}{n}\right) \left(1 + 2 \cdot \frac{1}{n}\right)}$$

Такъ какъ

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n} = 0, \quad \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n^2} = 0, \quad \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n^3} = 0,$$

то

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{6 \cdot \frac{1}{n} + 9 \cdot \frac{1}{n^2} + 2 \cdot \frac{1}{n^3}}{6 \left(1 + \frac{1}{n}\right) \left(1 + 2 \cdot \frac{1}{n}\right)} = \frac{0}{6 \cdot 1 \cdot 2} = 0.$$

Слѣдовательно, предѣлъ разсматриваемой суммы при безконечномъ возрастаніи  $n$  равенъ  $\frac{17}{36}$ .

*П. Тикуновъ* (Козловъ); *Н. С.* (Одесса).

## Книги и брошюры, поступившія въ редакцію.

**О всѣхъ книгахъ, присланныхъ въ редакцію „Вѣстника“, подходящихъ подъ его программу и заслуживающихъ вниманія, будетъ данъ отзывъ.**

**Дж. В. А. Юнгъ**, профессоръ методики математики Чикагскаго Университета. *Какъ преподавать математику?* Преподаваніе математики въ средней и начальной школѣ. Перевелъ съ англійскаго съ разрѣшенія автора и дополнилъ А. Р. Кулишеръ. Съ 20 чертежами Ч. П. Изданіе т-ва „Общественная Польза“. С.-Петербургъ, 1912. Стр. 428. Ц. 1 р. 50 к.

**Петръ Полежаевъ**. *За шесть лѣтъ. (1906 — 1912 г.).* С.-Петербургъ, 1912. Стр. 175. Ц. 25 к.

*Новыя идеи въ физики.* Непериодическое изданіе, выходящее подъ редакціей заслуженнаго профессора С.-Петербургскаго Университета И. И. Бормана. Сборникъ № 1. „Строеніе вещества“. Второе дополненное изданіе. Стр. 202. Ц. 80 к. Сборникъ № 5. „Природа свѣта“. Стр. 149. Ц. 80 к. Издательство „Образованіе“. С.-Петербургъ, 1912.

*Новыя идеи въ педагогикѣ.* Непериодическое изданіе, выходящее подъ редакціей Г. Г. Заргенфрея. Сборникъ № 1. „Самоуправленіе въ школахъ“. Издательство „Образованіе“. С.-Петербургъ, 1912. Стр. 166. Ц. 80 к.

*Новыя идеи въ философіи.* Непериодическое изданіе, выходящее подъ редакціей Н. О. Лоссаго и Э. Л. Радлова. Сборникъ № 2. „Борьба за физическое міровоззрѣніе“. Издательство „Образованіе“. С.-Петербургъ, 1912. Стр. 190. Ц. 80 к.

**А. В. Сатаровъ**. *Живая ариѳметика въ часы досуга.* Пособіе семьѣ и школѣ для развитія смекалки въ дѣтяхъ. Книга первая. Стр. 32. Ц. 15 к.

Книга вторая. Стр. 34. Ц. 15 к. Книга третья. Стр. 39. Ц. 15 к. Изданіе Т-ва И. Д. Сытина. Москва, 1912.

**И. И. Трояновскій.** *Курсъ природовѣдѣнія.* Часть III-я. „Человѣкъ и животныя“. Для младшихъ классовъ среднихъ учебныхъ заведеній, торговыхъ школъ и городскихъ училищъ. Со многими рисунками и 4-мя цвѣтными таблицами. Изданіе т-ва И. Д. Сытина. Москва, 1912. Стр. 196. Ц. 95 к.

*Живой счетъ.* Иллюстрированный сборникъ ариѳметическихъ задачъ и упражненій для сельскихъ школъ. Часть II. Составили А. Г. Бернашевскій и Г. М. Васильевъ подъ редакціей Е. А. Звягинцева. Изданіе т-ва И. Д. Сытина. Москва, 1912. Стр. 124. Ц. 20 к.

## Отъ Организационнаго Комитета по созыву I-го Всероссійскаго Съѣзда по семейному воспитанію.

Въ концѣ текущаго года предполагается созвать въ Петербургѣ I-ый Всероссійскій Съѣздъ по вопросамъ семейнаго воспитанія. Громадное общественное значеніе этой области педагогіи, до сихъ поръ не подвергавшейся широкому публичному обсужденію, несомнѣнно; нужда въ такомъ обсужденіи назрѣла, и эта мысль побудила членовъ редакціи журнала „Воспитаніе и Обученіе“ и присоединившихся къ ней многихъ видныхъ общественныхъ дѣятелей и педагоговъ приступить къ организаціи Съѣзда. Ходатайство о разрѣшеніи его уже возбуждено и, надо надѣяться, будетъ удовлетворено.

Программа вопросовъ, которые, по мнѣнію Организационнаго Комитета, желательно было бы обсуждать на Съѣздѣ, разработана.

Но плодотворность работъ Съѣзда въ значительной степени зависитъ отъ того интереса, который проявятъ къ нему широкіе круги русскаго общества, отъ того вниманія, съ какимъ отнесутся къ нему родители, врачи, педагоги и общественные дѣятели, ибо вопросъ о томъ, какъ воспитывать дѣтей, руководствуясь указаніями науки и опыта, долженъ затрагивать всѣхъ, кому дорога судьба подрастающаго поколѣнія.

Организационный Комитетъ, предсѣдателемъ котораго состоитъ проф. П. Ф. Каптеревъ, позволяетъ себѣ надѣяться на самое широкое сочувствіе и содѣйствіе общества въ подготовкѣ и проведеніи Съѣзда.

Всѣ справки, разъясненія, а также программы выдаются и высылаются Организационнымъ Бюро (СПБ., Таврическая 27, редакція „Воспитанія и Обученія“).

Редакторъ приватъ-доцентъ **В. Ф. Каганъ.**

Издатель **В. А. Гернетъ.**

Типографія Акд. Южно-Русскаго Об-ва Печатнаго Дѣла. Пушкинская, № 18.

Обложка  
щется

Обложка  
щется