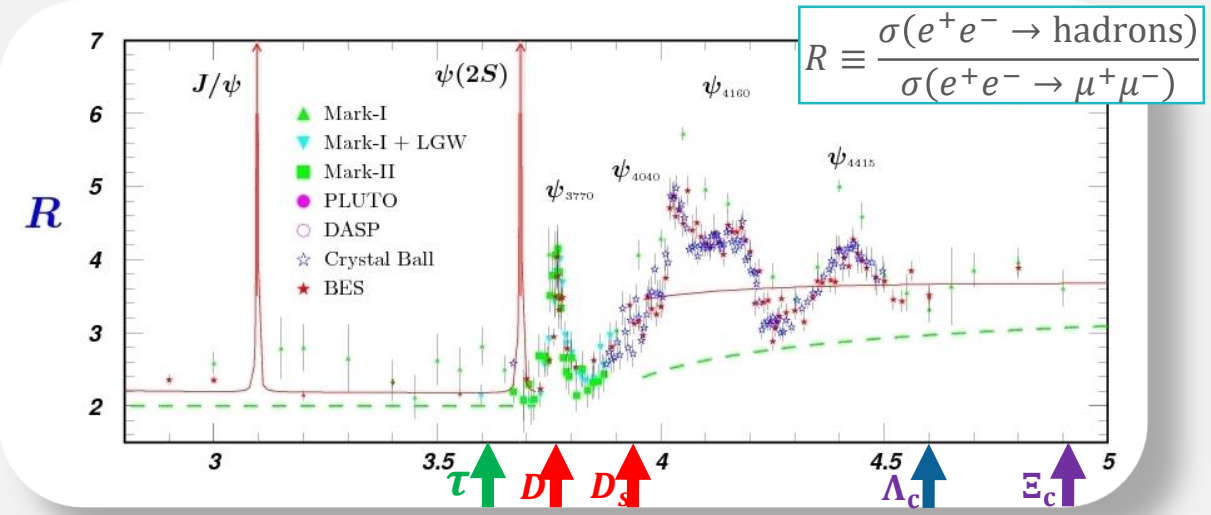
Physics, Detector Simulation, Data Analysis

Vitaly Vorobyev, June 29th 2018

Физика: статус

- ✓ CDR обновление 2018 (физика – 34 страницы)
- ✓ Совещания:
  - ❖ декабрь 2017 (ИЯФ)
  - ❖ февраль 2018 (Пекин)
- x Нет координаторов физических разделов
- x Очень ограниченная работа с моделированием
  - ❖ А. Бобров $\tau \to \mu\gamma$
  - ❖ Е. Козырев $e^+e^- \to$ had с поляризацией



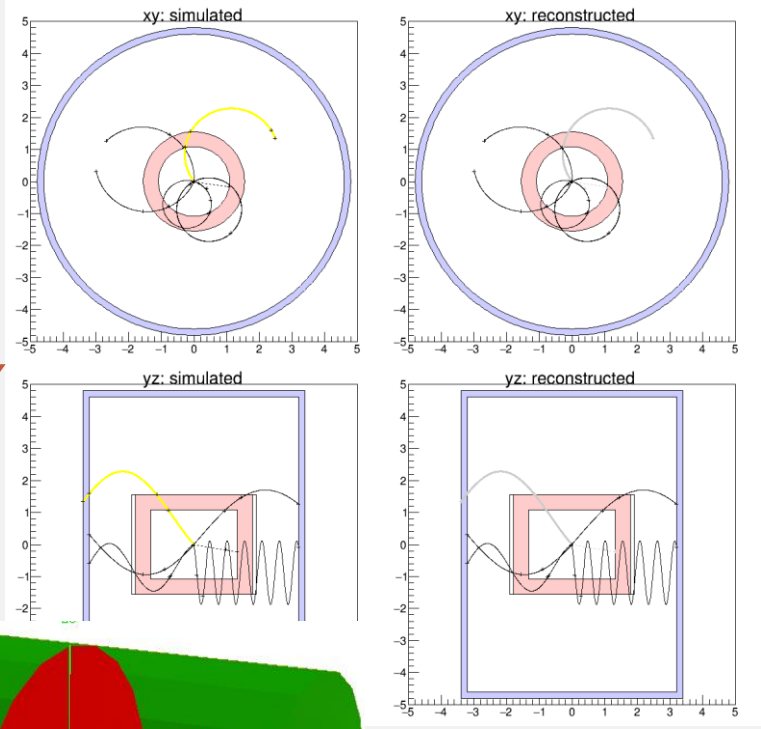
Возможные физические подгруппы

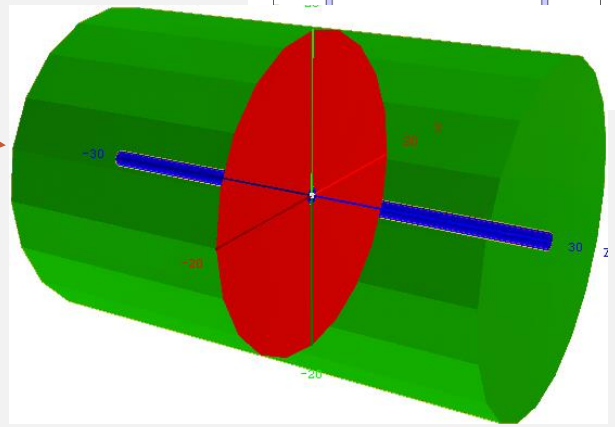
1. Charmed mesons and baryons ← ? V. Vorobyev
2. Charmonium(-like) ← ? K. Todyshev
3. Tau physics ← ? D. Epifanov
4. uds, R, two-photon physics ← ? E. Kozyrev

Моделирование: статус

github.com/HEP-FCC/FCCSW

- ✓ Сервер stark (А. Сухарев, Д. Максимов)
- ✓ Gaudi + FCCSW (Ф. Игнатов, Д. Максимов)
- ✓ Генераторы: EvtGen, PHOTOS, Pythia, Tauola (В. Воробьев)
  - ✓ Есть несколько наборов эксклюзивного и инклюзивного Монте-Карло
- ✓ Параметрическая модель детектора: PAPAS (Г. Разуваев)
- ❖ Описание геометрии детектора в DD4HEP
  - ✓ Внутренний трекер (Т. Мальцев, А. Соколов)
  - x Другие подсистемы?
- x Нет процедуры моделирования с DD4HEP + Geant4





Wiki ✓ A. Buzykaev

https://ctd.inp.nsk.su/wiki/index.php/Internal_Main

page | discussion | edit | history | move | watch

navigation
- Main page
- Recent changes
- Random page

search

Go | Search

tools
- What links here
- Related changes

Internal Main

Welcome to the internal wiki page of the Super charm-tau factory detector!

SCT Collaboration structure

SCT detector roadmap

SCT mailing

Conter
1 Collaborat
2 Hardware
2.1 Sub
3 Software a
3.1 Sim
3.2 Dat
4 Misc

Conference talks

Date	Event	Location	Title	Speaker	Agenda	Slides
2017.10.12	10th GSO Meeting	JINR	Accelerator complex with colliding electron-positron beams	Pavel Logachev	list of talks	slides
2018.05.21	CHARM18	BINP	A project of Super-charm-tau Factory in Novosibirsk	Eugeny LEVICHEV	indico	slides
2018.03.21	2nd workshop on HIEPA	Beijing	Injection facility for Novosibirsk Super Charm Tau Factory	Berkaev Dmitry	indico	slides
2018.03.21	2nd workshop on HIEPA	Beijing	Particle Identification systems based on aerogel at BINP	Barnyakov Alexander	indico	slides

Seminars

Date	Organization	Location	Title	Speaker	Slides
2018.03.26	Milano University Bicocca	Italy	The BINP Super Charm-Tau Factory project	Barnyakov Alexander	slides

Decay channel	Ecms, GeV	Root particle	Dec file	Nevt	root file	Steering file	Det sim
$D^+ \to \tau^+\nu$	3.77	$\psi(3770)$	dtaunu.dec	10000	dtaunu.root	dtaunu.py	No
$D^+ \to \mu^+\nu$	3.77	$\psi(3770)$	dmunu.dec	10000	dmunu.root	dmunu.py	No
$D^+ \to e^+\nu$	3.77	$\psi(3770)$	denu.dec	10000	denu.root	denu.py	No
$D^0 \to K^-\pi^+$	3.77	$\psi(3770)$	dkpi.dec	50000	dkpi.root	dkpi.py	No
$D^0 \to K^-\pi^+\pi^0$	3.77	$\psi(3770)$	dkpipi0.dec	10000	dkpipi0.root	dkpipi0.py	No
				50000	dk3pi.root	dk3pi.py	No
				10000	dkspipi.root	dkspipi.py	No
				10000	taumugamma.root	taumugamma.py	No
				10000	taumupi0.root	taumupi0.py	No

					root file	Steering file	Det sim
				000	jpsi.root	jpsi.py	No
				000	psi2s.root	psi2s.py	No
				000	psi3770.root	psi3770.py	No
$\psi(4040)$	4.04	$\psi(4040)$	-	100000	psi4040.root	psi4040.py	No
$q\bar{q}, q \in \{u,d,s\}$	3.773	γ^*	cont.dec	100000	cont_psi3770.root	cont_psi3770.py	No
$\tau^+\tau^-$	3.55364	γ^*	tautau.dec	100000	tautau.root	tautau.py	No
$\Lambda_c^+\Lambda_c^-$	4.58	γ^*	lambdac.dec	100000	lambdac.root	lambdac.py	No
$\Xi_c^0\bar{\Xi}_c^0$	4.95	γ^*	xic0.dec	100000	xic0.root	xic0.py	No

- Необходимо развивать wiki. На английском языке.

Вопросы к физике и моделированию

- Ожидаемая радиационная загрузка детектора?
- Требования на PID: $p/K/\pi/\mu$
- Требование на энергетическое и пространственное разрешение калориметра
  - Преимущества калориметра с хорошим пространственным разрешением
- Регистрация мягких треков
  - Внутренний трекер
- Требования к импульсному разрешению треков
- Требования к реконструкции K_L^0
- Оптимальная величина магнитного поля
- Преимущества поляризованного пучка
- Pros и cons тонкой катушки перед системой PID

Что необходимо? Люди!

4

- Физическая программа
  - Четыре координатора физических глав

1+

- Генераторы событий
  - Один координатор (кто?)
  - Разработчики от физических подгрупп (тау, $e^+e^- \to$ hadrons , …)

1+

- Быстрое моделирование
  - Один разработчик: Г. Разуваев
  - ~10 физиков для feasibility studies

2+

- Полное моделирование (геометрия детектора, реконструкция событий)
  - Два разработчика (Ф. Игнатов?, П. Кроковный?)
  - Активное участие групп подсистем!

10

- Анализ данных
  - Пока – «на коленке». В перспективе – высокоуровневые средства для анализа данных и специальная группа разработчиков

Что ещё необходимо?

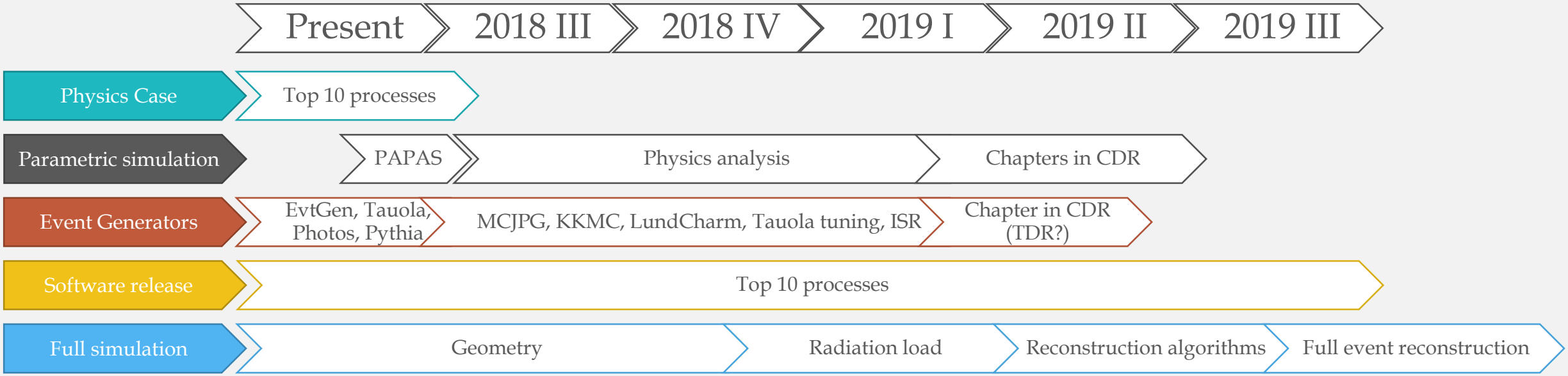
- Процедура доступа коллег, в том числе зарубежных, к IT инфраструктуре Супер с-тау
- Несколько помещений в ИЯФ для проведения совещаний со средствами для дистанционного участия

Цели и сроки

1. Регулярная работа физических подгрупп (к осени 2018)
   - Совещания, обсуждения, weakly progress reports
   - Работа над текстом CDR
   - 10 feasibility studies с PAPAS (с представлением предварительных результатов в декабре 2018)
2. Взаимодействие с группами подсистем детектора
   - Как лучше параметризовать отклики в PAPAS (лето-осень 2018)
   - Грубая геометрия детектора в DD4HEP, изучение радиационной нагрузки (осень 2018)
   - Реалистичная геометрия детектора в DD4HEP и первые результаты моделирования с Geant (к зиме 2018)
3. Интернационализация
   - Привлечение коллег для работы над физической программой
   - Взаимодействие с разработчиками FCCSW
   - Стажировка студентов/аспирантов в CERN для работы в команде FCCSW?

Backup

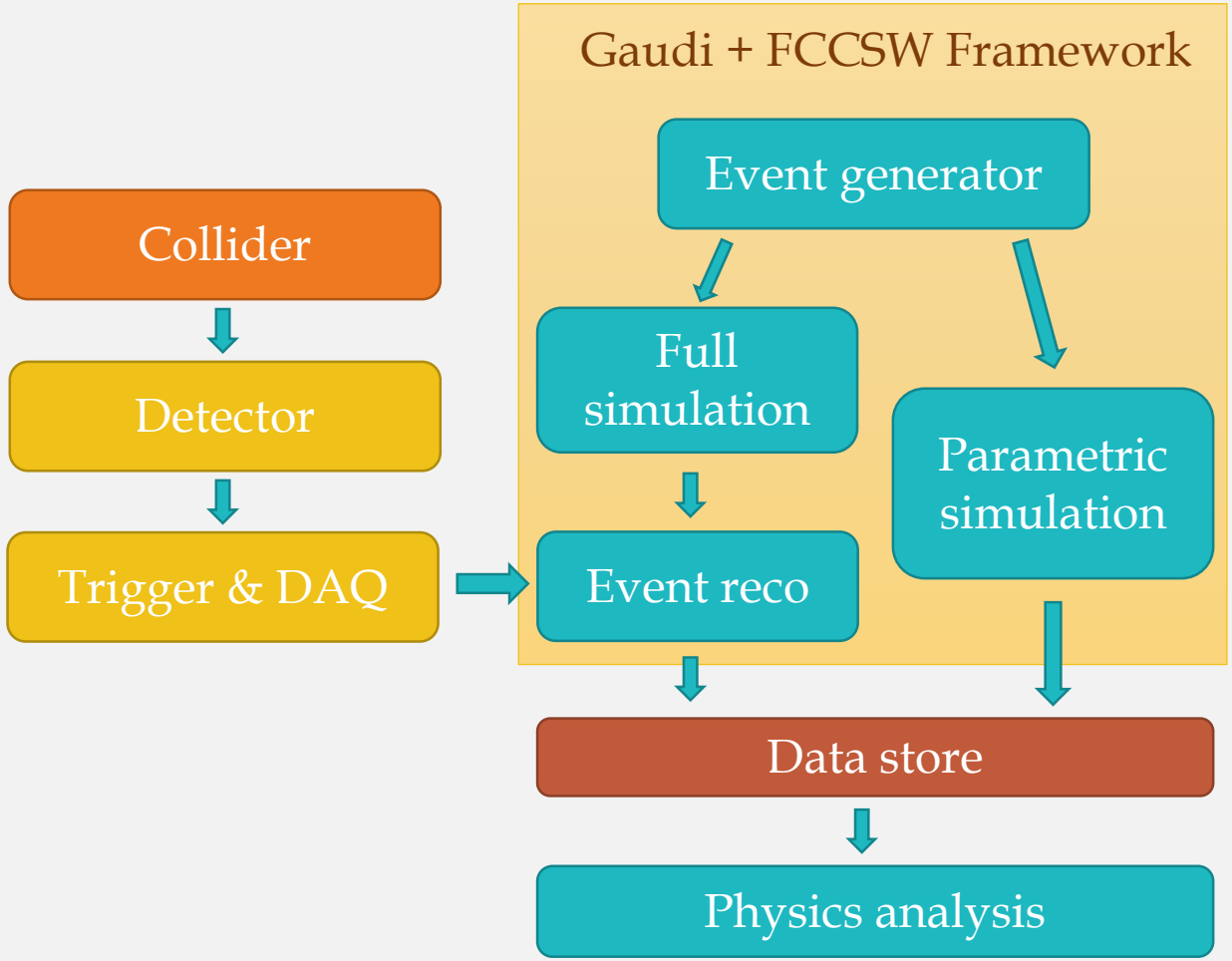
Physics manpower and roadmap



Manpower:

- Physics case: 4 conveners
- Parametric simulation: 1 developer + 10 users
- Event generators: 1 leading developer
- Software release: 1 leading developer + 1 admin
- Full simulation: 2 leading developers + simulation groups from subdetector groups

The Gaudi framework and FCC software



Топ – 347 процессов

$\psi(4040) \to DD^*$ $D^0 \to K_S^0\pi^0\pi^0, K_L^0\pi^0, K^-3\pi^+2\pi^-, \pi^0\pi^0, \gamma\gamma$ $D^+ \to l\nu, \ldots$ $D_s^+ \to l\nu, l\nu X, \ldots$ $\Lambda \to p\pi \qquad \Lambda_c \to pK\pi \qquad D_{(s)}^{**} \to DX$	$\tau \to \mu\gamma$ $\tau \to K(n\pi^0)\nu, \pi(n\pi^0)\nu, K_S^0\pi^+\{\pi^0, 2\pi^0\}\nu$ $\tau \to \rho\nu$
$\psi(2S) \to J/\psi\pi^+\pi^-$ $\psi(2S) \to h_c\pi^0$ with $h_c \to \chi_{c0}\gamma$ $\psi(2S) \to \eta_c(2S)\gamma$ with $\eta_c(2S) \to h_c\gamma,\ J/\psi\gamma$ $\psi(3770) \to \chi_{c2}\gamma$ $J/\psi \to D_s^{(*)}l\nu, D_s^+\rho^-, D^0\rho^0, \varphi\varphi, \ldots$	$e^+e^- \to l^+l^-(n\gamma)$ $e^+e^- \to n\pi + mK + l\gamma$ (изучение динамики с поляризацией) Е. Козырев

Data analysis: Challenges and features for SCTF

- Huge data sets $\mathcal{O}(10^7)$ and more events
- The classification task: separate signal and background events
- The regression task: fit model to data via a gradient descent algorithm

A standard data science task

Data analysis: Standard tools

Topic	HEP	Data science
Data storage and manipulation	ROOT TTree	Pandas DataFrame
Function minimizer	Minuit	TensorFlow, sklearn, …
Data visualization	RooFit	pyplot

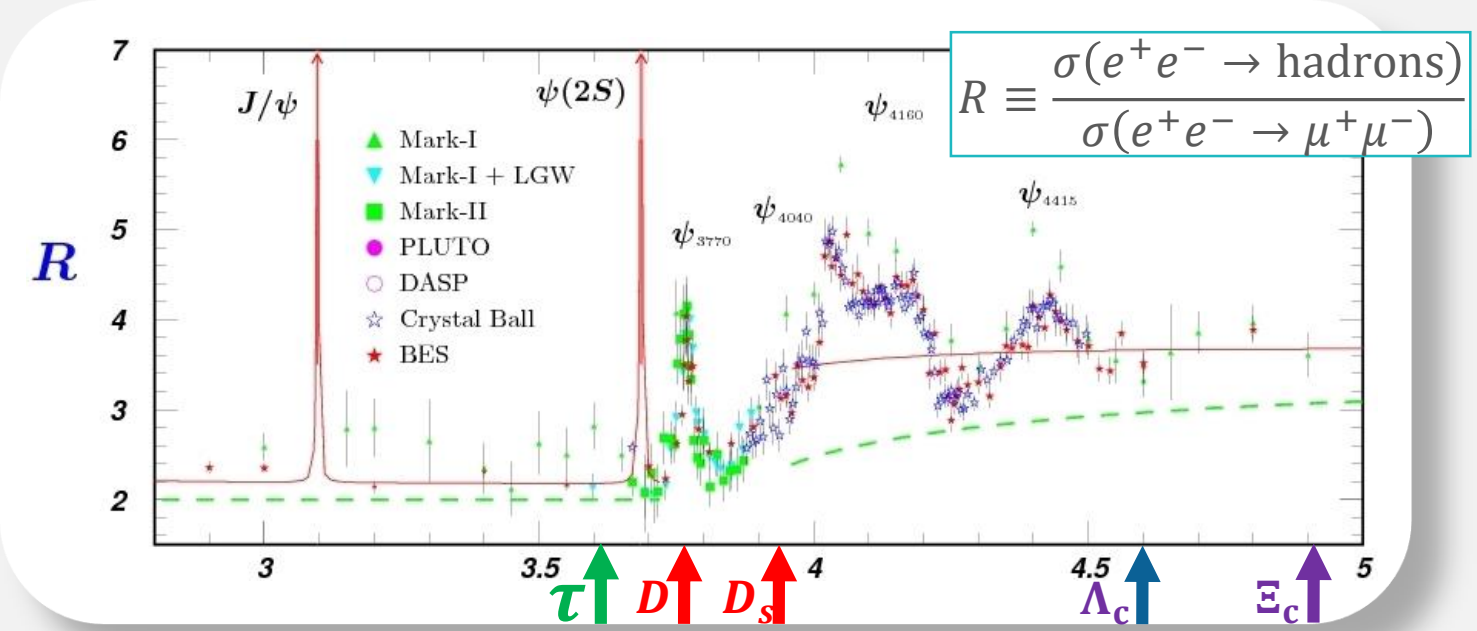
- HEP de facto standard: (py)ROOT
- Data science de facto standard: scipy + machine learning techniques (TensorFlow, …)

- Speeding up and stabilizing gradient descent:
  - L1 and L2 regularization
  - Mini-batch GD
  - GD with moments, RMSprop or Adam optimization
  - Analytic derivatives
- All these techniques are available in TensorFlow and not in MINUIT

Data analysis: Specialized tools

- Non-resonant background suppression
- PWA analysis
- Dalitz plot analysis for scalar particles: Laura++
- Amplitude analysis for particles with spin
- Kinematic decay chain fitters

Physics chapters



1. Charmed mesons and baryons
   1. Spectroscopy
   2. Charm mixing and CPV
   3. Rare decays
   4. Decays

V. Vorobyev

2. Charmonium(-like)
   1. J/ψ
   2. Spectroscopy
   3. Exotics

K. Todyshev

3. Tau physics
   1. Rare decays
   2. Hadronic decays
   3. Leptonic decays

D. Epifanov

4. R measurements, two-photon physics

E. Kozyrev