

2.2.9. Физика

1. Введение в предмет.

Комплекс знаний, широко обозначенный как физические науки, генерирует несколько курсов в Европейских университетах. Часто встречаются такие названия курсов как физика, астрономия, теоретическая физика, прикладная физика, инженерная физика, биофизика, физическая океанография, геофизика, естественные науки, физика окружающей среды и другие.

Чистый курс – это курс Физики. В некоторые вышеперечисленные курсы включены другие предметы смежные с физикой, например, химия в естественных науках. Все вышеперечисленные степени всегда полагаются на хороший фундамент по математике, который предлагается, хотя и поверхностно, внутри самого курса. Континентальные университеты традиционно предлагают студентам по специальности «физика» очень основательный подход к преподаванию/изучению математики.

Существуют два основных подхода в разработке программы по физике:

- Первые годы программы являются общими для предметов по физике, математике, химии и других и студенты выбирают основной предмет позже (например, на третьем году обучения, например в Копенгагене).
- Весь курс фокусируется на «физике» с самого начала.

Физика, являясь самой основной естественной наукой после математики, обычно предлагается на факультете естественных наук; примеры имеются во многих континентальных университетах. Другим совершенно обычным местом предложения данного курса – является департамент физики, где работают ученые-физики. В других случаях курсы по прикладной физике и подобным предметам предлагаются на инженерном факультете или в департаменте прикладной физики. Сообщество ученых-физиков часто предлагает зачёты по физике для ряда различных курсов в одном и том же университете (смотрите дальше).

Сеть Тюнинга по физике отображает эту сложность сценариев. Однако, опыт показал, что значимые общие ориентиры могут быть получены даже с этими возможно и не однородными примерами институтов.

1. Профили степеней и сфера занятости

Для перечня возможных степеней обратитесь к введению выше. Здесь представлен профиль и сферы занятости для степени по физике.

Типичные степени, предлагаемые по физике

Цикл	Предлагаемые типичные степени
Первый	<p>Программа включает в себя следующее:</p> <ul style="list-style-type: none">• Знание математики и смежных дисциплин (основы математики; математические методы в физике; информатика; числовой анализ);• Знание основ физики (введение в физику; классическая физика (включая демонстрации); квантовая физика (включая демонстрации); лабораторные задания);• Знание основных элементов теоретической физики (аналитическая механика; классический электромагнетизм, теория относительности и другие; квантовая механика/теория; статистическая физика);• Знание элементов прикладной физики и смежных дисциплин (химия; электроника и тому подобное);• Знание основных элементов современной физики (атомная, ядерная и субъядерная физика; физика твердых тел, астрофизика);

	<ul style="list-style-type: none"> • Промежуточные или итоговые проекты по физике, в зависимости от типа института; • Другие существенные элементы, в разном объёме в зависимости от типа института (например, знание вопросов из «выборочного списка»; презентация лабораторного доклада; активное участие на семинарах); • Некоторые знания/способности в области нестандартных дисциплин, в разном объёме в зависимости от типа института (например, профессиональная подготовка, развитие навыков, прохождение практики и другие); • Знание вопросов обозначенных по «свободному выбору» студента.
<p>Второй</p>	<p>Программа включает в себя следующее:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Совершенное знание теоретической физики (аналитическая механика; классический электромагнетизм, теория относительности и т.д.; квантовая механика/теория; статистическая физика); • Углубленные знания по математике и смежным предметам, математическим методам для физики, информатике; числовому анализу; • Знание специализированных стержней современной физики (атомной, ядерной, субъядерной физики, физики твёрдых тел, астрофизики); • Знание других специализированных предметов (биофизики, медицинской физики, метеорологии, физики окружающей среды, океанографии) в зависимости от типа учреждения и профиля специализации; • Способность решать проблемы по содержательной физике (в зависимости от типа учреждения); • Финальный годовой проект по физике/тезис и развитие соответствующих исследовательских умений; • Другие существенные элементы, в разном объёме в зависимости от типа учреждения (например, знание вопросов из «выборочного листа»; способность совершенствовать лабораторную работу, представление лабораторного доклада; активное участие на семинарах); • Знания/способности по не стандартным предметам, в разном объёме в зависимости от учреждения (например, профессиональная подготовка, развитие навыков, прохождение практики и т.д.); • Знание вопросов, обозначенных по «свободному выбору» студента.
<p>Третий</p>	<p>Третий цикл включает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Курсовую работу (в зависимости от университета, но ограниченную по времени); • Оригинальную исследовательскую работу, обычно выполняется в исследовательской группе. Докторское исследование в большинстве случаев ведёт к написанию диссертации, которая должна быть оценена соответствующим экзаменационным советом, и/или быть опубликована в специальных журналах.

*Типичные сферы занятости выпускников по Физике (карта профессий)
Первый цикл по физике*

В настоящее время (май 2005) возможность трудоустройства после окончания первого цикла учёбы по специальности «физика» очень мала, так как эта степень является новой в большинстве Европейских стран.

Цикл	Сфера занятости	
	Категория / группа профессий	Перечень профессий относящихся к специализации
Первый Суб дисциплина / область специализации	Технические профессии в государственном или частном секторе (банки, страховые компании, сферы услуг) на средних уровнях	<ul style="list-style-type: none"> - должности в промышленных компаниях - технические ассистенты - информатика, компьютерные и информационные технологии - должности в страховых компаниях и банках (программное обеспечение, ассистенты по развитию и планированию) - само наём - метеоролог* - метролог

- Доступ квалификаций к разным классам метеорологов обычно регулируется на национальном уровне.

Второй цикл по физике (и интегрированным¹³ степеням)

Так как второй цикл предоставляет разнообразие областей для выпускников, мы приводим перечень нескольких суб характеристик второго цикла степени по физике. В каждой под области самые уместные частные компетенции (они не приведены здесь, но можете посмотреть их общее описание далее в Разделе 3) могут иметь разное отношение и вес.

Цикл	Сферы занятости	
	Категория / группа профессий	Перечень профессий относящихся к специализации
Второй Физика /теоретическая физика	<ul style="list-style-type: none"> - физики в государственном или частном секторе - профессии, связанные с исследованиями, инновациями и развитием - сектор высоких технологий - инженерия - метрология/ профессии, связанные с контролем качества - техническая консультация - банки 	<ul style="list-style-type: none"> - физики (в университетах, исследовательских институтах) - ассистенты в исследовательской работе в университетах, институтах, на предприятиях. - промышленные физики (в компаниях, имеющих дело с микроэлектроникой, программным обеспечением, телекоммуникациями, оптоэлектроникой, оптикой, материалами) - само наём - технические консультанты - метрологи - контроль качества - технические должности в сфере радиационной безопасности

Физика /теоретическая физика	<ul style="list-style-type: none"> - физики в государственных организациях или частном секторе - профессии, связанные с исследованием, инновациями и развитием - банки и страховой сектор 	<ul style="list-style-type: none"> - физики (в университетах, исследовательских институтах) - ассистенты в исследовательской работе в университетах, институтах, промышленности - промышленные физики: микроэлектроника, развитие программного обеспечения, телекоммуникации, оптика, информационные технологии и т.д. - профессии, связанные с компьютерными науками (развитие программного обеспечения, экономический и финансовый анализ и моделирование) - само наём - технические консультанты
Прикладная физика /техническая физика /инженерная физика /информатика физика	<ul style="list-style-type: none"> - физики в государственных организациях или частном секторе - профессии, связанные с исследованием и развитием в государственных организациях или частном секторе - инженерия - метрология/ профессии, связанные с контролем качества - сектор высоких технологий 	<ul style="list-style-type: none"> - промышленные физики: микроэлектроника, программное обеспечение, телекоммуникации, оптика, материалы - физик (в университетах, исследовательских институтах) - инженеры - ассистенты в исследовательской работе в университетах, институтах, промышленности - профессии, связанные с компьютерными науками, метрологи - инженеры по качеству - должности в секторе информационных технологий в промышленности, банках, страховых компаниях (развитие программного обеспечения, экономический и финансовый анализ и моделирование) - медицинские физики (радиотерапия, радиологическая и радиационная безопасность)* - технические должности в сфере радиационной безопасности - технические консультанты - само наём
Биофизика	Государственные организации или частный сектор	<ul style="list-style-type: none"> - ассистенты в исследовательской работе в университетах, институтах, промышленности - должности в страховых компаниях -биофизики - технические консультанты - само наём
Медицинская физика	- должности в медицинской физике: боль-	- медицинские физики (радиотерапия, радиологическая и радиационная

	ницы, государственные учреждения здравоохранения	безопасность)* - ассистенты в исследовательской работе в университетах, институтах, промышленности - должности в страховых компаниях, самостоятельный бизнес - технические консультанты
Физика и дидактика или физика и второй предмет, на том же академическом уровне, плюс дидактика	преподавание**	- преподаватели физики в средних и высших учебных заведениях - преподаватели в частных заведениях
Физика /метеорология и физика земли и окружающей среды /океанография	- физики в государственных организациях или частном секторе	- ассистенты в исследовательской работе в университетах, институтах, общественных и/или частных агентствах, промышленности - метеорологи*** - геофизики - океанографы - технические консультанты - само наём

* Медицинский физик является профессией в большинстве Европейских стран.

** Пути получения квалификаций, которые дают возможность обучать, разнообразны по всей Европе. В некоторых странах квалификации преподавателей по физике приобретаются без университетской степени по физике. В других странах преподавание по физике является специализацией по степени физика или даже совершенно самостоятельной степенью. Таким образом, положение, приведённое в таблице, не является универсальным.

*** Квалификации, дающие доступ к различным классам метеорологов обычно регулируются на национальном уровне.

Роль предметной области в других программах

Во многих университетах сообщество физиков предлагает зачёты по физике для определённого количества курсов, содержание которых сильно отличается от предмета физики. Конечно, зачёты по физике необходимы, как существенный элемент курсов по математике, химии, геологии, биологии и т.д. (в пределах естественных наук), всех курсов в инженерной области и нескольких курсов на факультетах медицины, ветеринарии, сельского хозяйства, фармакологии, истории, философии и т.д.). В этом контексте работают различные организационные модели. Возможные – не исчерпывающие – примеры следующие:

- Департамент Физики обслуживает все разнообразные курсы в данном университете;
- академические специалисты, преподающие физику в других предметных областях, работают в департаменте и тесно связаны с предметом курса.

В виде примера, регулярно созываются собрания европейских преподавателей по физике в инженерной области.

3. Результаты обучения и компетенции – дескрипторы цикла

Результаты обучения по физике даются как профиль степени (смотрите соответствующий раздел выше). Ниже мы фокусируемся на компетенциях и уровнях.

Общие компетенции

Значение общих компетенций классифицировалось академическими специалистами по физике независимо от цикла, на основе анкеты в следующем порядке:

Классификация	Общие компетенции
1	основное знание области
2	способность проводить анализ и синтез
3	способность учиться
3	креативность
5	применение знаний на практике
6	адаптивность
6	способности к критике и самокритике
8	основное знание профессии
8	исследовательские навыки
10	междисциплинарность
11	устная и письменная коммуникация
12	этическое обязательство
12	знание межличностного общения
14	знание второго языка
15	элементарная работа на компьютере
15	принятие решений
17	разнообразие и многокультурность

Частные предметные компетенции

Важность частных предметных компетенций классифицировалась отдельно для первого и второго цикла академическими специалистами по физике (в масштабе 1 к 4), на основе анкеты. Фактический порядок рейтинга приведён ниже.

Наши компетенции и их относительная важность в двух циклах описывают то, что, в общем, должно быть достигнуто студентами после окончания учёбы. Наши компетенции имеют хорошую связь с Дублинскими Дескрипторами, то есть с общими дескрипторами циклов, которые недавно были приняты как одни из основополагающих элементов Европейской Квалификационной Структуры. Конечно, каждая из перечисленных частных предметных компетенций может легко быть приписана к одному из пяти измерений или элементов, которые характеризуют Дублинские Дескрипторы. Это показано ниже на таблицах, в четвёртой колонке, где соответствующий Дублинский Дескриптор обозначен для каждой частной предметной компетенции по физике, согласно следующему распределению по пяти измерениям.

- A. знание и способность понимать
- B. применение знаний и способности понимать
- C. умение рассуждать
- D. способность общаться
- E. навыки обучения

Для дальнейших замечаний по связям между нашими компетенциями и Дублинскими Дескрипторами смотрите Приложение 1.

Первый цикл

Рейтинг в	Краткое название	Расширенное описание компетенции	Ярлык
-----------	------------------	----------------------------------	-------

порядке важности	Частной предметной компетенции	По завершении первого цикла степени по физике студент должен:	Дублинско-го Дескриптора
1	Умение решать проблемы	Уметь правильно оценивать порядок магнетизма в физически разных ситуациях, но показывающих аналогичность, таким образом, это позволяет использовать известные решения для новых задач	В
2	Способность понимать теоретически	Иметь способность хорошо понимать наиболее важные физические теории (логическую и математическую структуру, экспериментальную поддержку, описанные физические явления)	А
3	Математические умения	Уметь понимать и совершенствовать использование наиболее часто применяемых математических и числовых методов	А-В
4	Глубокие знания	Иметь глубокие знания основ современной физики, скажем квантовой теории и т.д.	А
5	Экспериментальные способности	Познакомиться с наиболее важными экспериментальными методами и уметь выполнять эксперименты самостоятельно, также как и уметь описывать, анализировать и критически оценивать данные экспериментов	В
6	Умения моделировать и решать задачи	Уметь определять существенные стороны процесса / ситуации и строить подобные рабочие модели; уметь вычислять требуемые приближительные значения; то есть критически мыслить, чтобы строить физические модели	В
7	Умения решать задачи и компьютерные навыки	Уметь выполнять вычисления самостоятельно, даже когда необходим простой или сложный компьютер, включая развитие программ для программного обеспечения	В
8	Культура физики	Быть знакомым с наиболее важными областями физики и с теми подходами, которые охватывают многие области физики	А
9	Поиск литературы	Уметь искать и использовать литературу по физике и другим техническим наукам, также как и другие источники информации, имеющие отношение к исследовательской работе и развитию технических проектов. Необходимо хорошее знание технического английского языка	Е
10	Умение учиться	Уметь исследовать новые области посредством самостоятельного изучения	Е
11	Моделирование	Уметь адаптировать имеющиеся модели к новым данным экспериментов	В
12	Личные / профессиональные способности	Уметь развивать личное чувство ответственности, имея свободный выбор элективных/выборочных курсов; уметь приобретать профессиональную гибкость через широкий спектр научных приёмов, предлагаемых учебным планом	А
13	Абсолютные стан-	Познакомиться с «работами гениев», то есть с	А-С

	дарты	разнообразием изумительных открытий и теорий в физике, таким образом развивая осведомленность о высших стандартах	
14	Этические знания (относящиеся к физике)	Уметь понимать социальные проблемы, которые противоречат профессии и затрагивают этические нормы исследования и профессиональной деятельности в физике и её ответственность за защиту здоровья общества и окружающей среды	С
15	Знание иностранных языков (относящихся к физике)	Иметь совершенное владение иностранными языками, посредством участия в курсах, идущих на иностранном языке: то есть, учась за рубежом по программам обмена, и признание кредитов в иностранных ВУЗах или исследовательских центрах	Д
16	Особые коммуникационные навыки	Уметь работать в междисциплинарной команде; уметь представлять собственные исследования или результаты литературных поисков для специалистов также как и для непрофессиональной аудитории	Д

Второй цикл

Рейтинг в порядке важности	Краткое название частной предметной компетенции	Расширенное описание компетенции По завершении второго цикла степени по физике студент должен:	Ярлык Дублинского Дескриптора
1	Умения моделировать и решать задачи	Уметь определять существенные стороны процесса / ситуации и строить схожие рабочие модели; уметь вычислять требуемые приблизительные значения; то есть критически мыслить, чтобы строить физические модели	В
2	Умение решать задачи	Уметь правильно оценивать порядок магнетизма в физически разных ситуациях, но показывающих аналогичность, таким образом, это позволяет использовать известные решения для новых задач	В
3	Поиск литературы	Уметь искать и использовать литературу по физике и другим техническим наукам, также как и другие источники информации, имеющие отношение к исследовательской работе и развитию технических проектов. Необходимо хорошее знание технического английского языка	Е
4	Умение учиться	Уметь исследовать новые области посредством самостоятельного изучения	Е
5	Моделирование	Уметь адаптировать имеющиеся модели к новым данным экспериментов	В
6	Способность понимать теоретически	Иметь способность хорошо понимать наиболее важные физические теории (логическую и математическую структуру, экспериментальную поддержку, описанные фи-	А

		зические явления)	
7	Основные и прикладные исследования	Приобрести способность понимать природу и приёмы исследования по физике и то как эти исследования применяются в других областях кроме физики, например, в инженерии; уметь проектировать экспериментальные и /или теоретические процедуры для: а) решения текущих задач в академических и промышленных исследованиях; б) улучшения имеющихся результатов	А-В-С
8	Глубокие знания	Иметь глубокие знания основ современной физики, скажем квантовой теории и т.д.	А
9	Математические умения	Уметь понимать и совершенствовать использование наиболее часто применяемых математических и числовых методов	А-В
10	Приграничное исследование	Иметь хорошие знания о профессии в, по крайней мере, одной на данный момент действующей специальности по физике	А
11	Умения решать задачи и компьютерные навыки	Уметь выполнять вычисления самостоятельно, даже когда необходим простой или сложный компьютер, включая развитие программ для программного обеспечения	В
12	Экспериментальные способности	Познакомиться с наиболее важными экспериментальными методами и уметь выполнять эксперименты самостоятельно также как и уметь описывать, анализировать и критически оценивать данные экспериментов	В
13	Особые коммуникационные навыки	Уметь работать в междисциплинарной команде; уметь представлять собственные исследования или результаты литературных поисков для специалистов также как и для непрофессиональной аудитории	Д
14	Способности к управлению	Уметь работать с высокой степенью автономии, и даже принимать ответственность при планировании проектов и управлении структурами	С
15	Личные / профессиональные способности	Уметь развивать личное чувство ответственности, имея свободный выбор элективных/выборочных курсов; уметь приобретать профессиональную гибкость через широкий спектр научных приёмов предлагаемых учебным планом	А-В
16	Культура физики	Быть знакомым с наиболее важными областями физики и с теми подходами, которые затрагивают многие области физики	А
17	Умения усовершенствоваться	Использовать возможности быть информированным о новых открытиях и методах и уметь давать профессиональный совет по возможному ряду применений	Е
18	Знание иностранных языков (относящихся к	Иметь совершенное владение иностранными языками, посредством участия в курсах,	Д

	физике)	идущих на иностранном языке: то есть, учась за рубежом по программам обмена, и признание кредитов в иностранных ВУЗах или исследовательских центрах	
19	Этические знания (относящиеся к физике)	Уметь понимать социальные проблемы, которые противоречат профессии и затрагивают этические нормы исследования и профессиональной деятельности в физике и её ответственность за защиту здоровья общества и окружающей среды	С
20	Абсолютные стандарты	Познакомиться с «работами гениев», то есть с разнообразием изумительных открытий и теорий в физике, таким образом, развивая осведомлённость о высших стандартах	А-С

***Третий цикл (частные предметные и общие)
В разработке.***

Замечания по уровням (или степеням развития компетенций):

Многие частные предметные компетенции встречаются как в первом, так и во втором цикле. Однако, их важность (то есть рейтинг) классифицируется по-разному. Каждый цикл характеризуется собственными приоритетами. Конечно, большинство из семи компетенций первого цикла (то есть за исключением «решения задач» и «моделирования и решения задач») остаётся за восьмой позицией в рейтинге второго цикла. Другими словами, умения, которые представляли наибольшую важность в первом цикле, стали менее важными во втором, возможно потому, что их развитие в первом цикле считается достаточным.

Для приведённых компетенций фактическое среднее значение рейтинга в первом цикле ниже, чем во втором цикле. Такая низкая оценка свидетельствует о том, что развитие компетенций это кумулятивный (совокупный) процесс. Разрыв по двум циклам можно использовать для «грубого» измерения дальнейшего развития, который должен быть достигнут во втором цикле. Среди компетенций по физике высокий разрыв наблюдается по «приграничным исследованиям, умениям управления, особым коммуникационным навыкам, моделированию, совершенствованию знаний, способностям учиться, заниматься поиском литературы». Низкий разрыв наблюдается по «абсолютным стандартам, способности понимать теоретически, культуре физики, математическим способностям, умениям решать задачи» (минимальный разрыв). Самый большой разрыв обозначает компетенции, которые являются уместными на втором уровне цикла и маленький разрыв обозначает компетенции, которые должны быть уже развиты в первом цикле.

Наконец, наш анализ показывает, что определение общих базовых знаний возможно в Европе на курсах первого цикла степени по Физике, но становится под вопрос во втором цикле, существенно, что каждый институт фокусируется на разных специализациях. Общие базовые знания первого цикла абсолютно идентичны повсюду и показывают прогрессирующую во времени модель, которая управляется требованиями, необходимыми для прогресса знаний по предмету. Некоторые вариации случаются между двумя основными существующими методологическими подходами (то есть, синтетическим и аналитическим подходом).

В этом общем контексте, определённые под области Физики посещаются и проверяются вновь в течение курса, с целью достичь высших уровней способности понимать.

Консультационный процесс с заинтересованными сторонами

Консультации Тюнинга среди выпускников по специальности «физика» (большинство до болонского периода) и их работодателями дали следующую классификацию общих компетенций (мы приводим перечень только первых пяти компетенций):

Выпускники	Работодатели
Способность к анализу и синтезу	Способность к анализу и синтезу
Умение решать задачи	Умение решать задачи
Способность учиться	Способность учиться
Умение применять знания на практике	Умение применять знания на практике
Креативность	Умение работать в команде

Результаты двух консультаций поразительно одинаковы. Сравните с классификацией академических специалистов (их анкеты, однако, не включали общее умение «решать задачи»).

4. Учебная нагрузка и ECTS

Учебная нагрузка типичной программы степени выражена в кредитах ECTS

Цикл	Кредиты ECTS
Первый	180-240
Второй	120
Третий	Обычно три полных академических года

В случае с третьим циклом, ECTS могла бы использоваться для описания курсовой работы и/или для дачи относительной суммы работы курса в соответствии с работой по докторскому исследованию. Конечно, обычные студенты-энтузиасты докторантуры в области физики могут работать больше чем 46 часов в неделю в течение 48 недель (то есть, больше чем 2200 часов в год).

Тенденции и различия

В 2002 году Сеть Тюнинга включала две группы институтов, почти равные по количеству:

А) институты с учебной организацией «бакалавр-магистр» (то есть двух цикловая организация, в большинстве случаев по схеме «3+2»). ВУЗы: Университет Копенгагена, Университет Гранады, Университет Ньемена, Университет Париж 4, Университет Триеста, Городской Университет Дублина и Университет Патраса (который принял схему «4+2»).

Б) институты, которые предлагают интегрированные курсы для степени магистра (то есть, организация с одним циклом, без промежуточного выхода через 3 года). ВУЗы: Университет Гента, Университет Готеборга, Калмерский университет Технологий, Университет Хельсинки (Физика), Лондонский Высший колледж, Университет Авейро, Университет Ганновера, Технический университет Вены.

Общее базовое содержание было практически одинаковым в двух группах. Заметьте, что в случае с двух цикловой учебной организацией, определение общего базового содержания абсолютно осуществимо в первом цикле, но оно становится под вопрос во втором цикле (смотрите выше).

5. Обучение, преподавание и оценка

Компетенция: умение решать задачи (первый цикл) (преподавание и обучение)

Активное обучение: на всех занятиях (по теории, лабораторным или решениям задач)

- на теоретическом занятии предлагается несколько вопросов, и на этом же занятии отводиться определённое количество времени для обсуждений.
- классу и отдельным группам студентов задаются несколько проблемных вопросов. За определённое количество времени они должны найти ответ (точный или приблизительный). Также они должны объяснить своё решение другим студентам (Разделили ли они одну сложную проблему на несколько мелких задач? Использовали ли они аналогии с задачами, для которых они уже знают ответ? Почему они убеждены в правильности своего ответа?...).
- на практических занятиях студентам необходимо корректировать и комментировать способы выполнения упражнений другими студентами.
- на лабораторных занятиях студентам часто необходимо решать экспериментальным путём или путём предложения способов решения других более сложных задач, которые могут считаться продолжением материала предлагаемого в классе. (например, после изучения цепи LC им необходимо решить задачу по двойным LC цепям и подумать о проблеме адаптации полного сопротивления в линии трансмиссии).

Компетенция: умения решать задачи и компьютерные навыки (первый цикл) (преподавание и обучение)

...каждый из четырёх обязательных зачёта по теоретической физике, то есть, классическая физика с механикой, электродинамика и теория относительности, квантовая механика, статистическая механика и высшая квантовая механика с введением квантовой теории, сопровождаются компьютерным проектированием длительностью в 1/2 семестра, кроме того, обычно подготовка к проведению исследования во время последней магистерской тезисной работы основана на использовании компьютера и, таким образом, она требует и тренирует компьютерные навыки в различных аспектах в зависимости от исследуемой сферы в области теоретической, экспериментальной или прикладной физики.

Компетенция: Моделирование (второй цикл) (преподавание и обучение)

Моделирование в узком смысле означает обнаружение упрощенных математических описаний сложных явлений. Часто оно также означает применение инструментов прикладной физики к не физическим ситуациям.

По моделированию нет курсового зачета. Студенты изучают модели описания природы в течение всего курса. Возможные примеры: моделирование оставляет без внимания трение при описании свободного падения, чрезмерное использование гармонического осциллографа для явлений, соседствующих стабильному равновесию, среднюю область модели оболочки для нуклеинов в ядрах, моделирование двух нуклеиновых и трёх нуклеиновых сил и т.д.

Преподавание важно на лекциях, практических занятиях, лабораторных занятиях, семинарских занятиях и во время подготовки студентов к проведению исследовательской работы, студенты изучают то, как теории были разработаны, как отбирать и затем применять теоретические инструменты (например, модели) к особым физическим проблемам и как моделировать структуру теории, адаптируя последние к описанию данных экспериментов.

Компетенция: способность учиться (второй цикл) (преподавание / обучение)

Студенты и преподаватели остаются «анонимными при определении того, что основная стратегия это включить в методы преподавания маленькие индивидуальные или командные проектные работы (теоретические или экспериментальные)». В особенности, «так как наш курс является прикладным, большинство проектных работ включают эксперимент: студенты должны измерить некоторый объём. Перед выполнением эксперимента они должны его спланировать (экспериментально и теоретически) и объяснить свой выбор (почему они используют данный экспериментальный метод, какие временные интервалы он захватит, имеют ли они всё нужное в лаборатории или им придётся построить оборудование или цепь в цехе, ...). Затем студенты идут в лабо-

раторию и измеряют всё, что им необходимо. Впоследствии, им необходимо изучить современную физику, чтобы интерпретировать данные. За последние два года некоторые зачёты превысили показатели на 50 % и более по этому виду работы».

Теоретическое понимание (первый цикл) (оценка)

Устные экзамены используются для эффективной оценки степени, с которой студенты преодолевают трудности в способности понимать и использовании способности понимать. Эти экзамены принимаются в конце четвёртого семестра по экспериментальной физике, теоретической физике, математике и элективным предметам и итоговый устный экзамен на степень магистра науки принимается по экспериментальной физике, теоретической физике и двум элективным предметам.

Поиск литературы (первый и второй цикл) (преподавание / Обучение / Оценка)

Зачеты, базирующиеся на семинарах, сдаются всеми студентами в течение первого и второго года обучения. Они включают в себя упражнения на нахождение источников сведений и краткое изложение информации из них. Они подкрепляются обсуждениями с персоналом и особыми инструкциями по использованию библиотеки и средств Интернета. Также в течение первого года обучения им необходимо сделать презентацию по темам по итогам литературных обзоров. Также в первом году обучения они готовят проект, который будет включать литературный обзор. Итоговый исследовательский проект (уровень магистратуры) типично начинается с направленного литературного поиска по определённой теме. Результаты этого поиска должны быть приведены в отчёте студента. Руководство также сдаётся в специальном зачёте.

Студенты должны быть полностью вовлечены в выше описанную работу и представлять свои результаты руководителю семинарских занятий, своему тьютору или своему руководителю по исследовательской работе. Выполнения работы в письменных изложениях и устной презентации в первом и втором году обучения оцениваются на оценку. Компетенция в этой области как часть проекта первого года обучения и итогового исследовательского проекта оценивается в виде особого компонента оценки студенческого проекта. Изложение работы также оценивается.

6. Повышение качества

Как таковой не было выпущено ни одной особой рекомендации по Физике. Сеть Тюнинга по Физике признаёт себя в общем документе Тюнинга по повышению качества. Один член группы по Физике внёс в это важный вклад. В общих чертах, мы добавляем, что – во время работ SAG по Физике - часто подчеркивалось значение образовательного контекста для качества программы по физике, то есть значение общей академической атмосферы / ресурсов университета и его исследовательской среды.

Ссылки

- 1) Джулия Гонзалез и Роберт Вагенаар и т.д., Образовательные Структуры Тюнинга в Европе, Финальный отчёт, Пилотный проект – Фаза 1 (Деусто и Гронинген, 2003).
- 2) Смотрите Отчёт рабочей группы 1: Студенческий опыт (анкета по учёбе в докторантуре), стр. 13-43 в «Справочнике Высшего Европейского Образования по Физике», Документы третьего EUPEN Общего форума 99, Лондон (Великобритания), сентябрь 1999, под редакцией Х. Фердинанде и А.Пети, том 3, Университет Гента, Гент 1999.

Приложение

Связь между частными предметными компетенциями по Физике и Дублинскими Дескрипторами (ДД)

Предпосылка

ДД разнообразны и усложняются при переходе с первого цикла на второй. Дескрипторы Тьюнинга по Физике являются частными предметными компетенциями по Физике. Их важность на каждом цикле была обозначена с помощью «процедур рейтинга», которые были выполнены несколькими академическими специалистами по Физике. Рейтинг был произведён для первого и второго цикла по каждой компетенции из перечня, включающего 24 компетенции, подготовленного в сотрудничестве с тематической сетью Сократ по Физике, которая называется EUPEN - Европейская Образовательная Сеть по Физике. Результатом рейтинга стали два перечня компетенций по одному для каждого цикла, порядок компетенций определяет шкалу приоритетов или важность компетенций включенных в каждый цикл.

Компетенции по Физике в сравнении с ДД

Мы выполнили упражнения по приписыванию каждой компетенции по Физике к подходящему измерению ДД. Оказалось, что все компетенции могут быть приписаны или помечены, по крайней мере, одним из измерений ДД, как показано в Таблицах, приведённых выше под названием «Результаты обучения и компетенции – Дескрипторы цикла». Распределение частных предметных компетенций по пяти измерениям ДД показано в таблице ниже (мы рассматривали распределение первых 17 компетенций в каждом цикле, кроме того, когда компетенция затрагивает несколько ДД, она приписывается один раз к каждому из них).

Таблица 1
Распределение по Дублинским Дескрипторам первых 17 компетенций
в первом и втором цикле

Ярлык Дублинского Дескриптора	Измерение Дублинского Дескриптора	Номер частной компетенции по физике на измерение Дублинского Дескриптора	
		Первый цикл	Второй цикл
А	Знание и способность понимать	7	7
В	Применение знаний и способности понимать	8	8
С	Умение рассуждать	3	3
Д	Коммуникационные способности	2	1
Е	Способности учиться	2	3

Распределение среди ДД затрагивает почти одинаковые компетенции в обоих циклах. Главные замечания здесь следующие:

- все компетенции очень хорошо подходят к ДД,
- компетенции в большинстве случаев затрагивают ДД, которые помечены как А или В (как и ожидается),
- компетенции по ярлыком С в основном сводятся к научным рассуждениям,
- очень ограниченное количество компетенций затрагивают две или даже три разные ДД (многократное соответствие).

Даже хотя выше названное распределение по ДД вовлекает почти те же самые компетенции в обоих циклах, их порядок рейтинга - однако – различен в двух циклах, то есть их приоритеты/важность ощущаются академическими специалистами по Физике по-разному. Поучительно затем посмотреть на последовательность ярлыков ДД, которая в каждом цикле генерируется порядковой последовательностью компетенций. Имеются две последовательности:

Первый цикл: В, А, А-В, А, В-С, В, В, А, А-В, А-В-С, ...

Второй цикл: В, В, Е, Е, В, А, А-В-С, А, А-В, А, ...

Мы можем сказать, что две последовательности обозначают то, какие общие ДД имеют большее отношение в каждом из двух циклов по Физике. Если мы ограничим себя первыми пятью компетенциями, мы увидим, что:

- первый цикл характеризуется предпочтительными компетенциями, которые в большинстве случаев по ярлыками А и В;
- второй цикл характеризуется предпочтительными компетенциями, которые под ярлыками В и Е (!). Имеет смысл заметить, что во втором цикле измерение «обучаться учиться» рассматривается как чрезвычайно важная компетенция.

Кроме того, если более детально мы сейчас вернёмся к таблицам, которые в главном тексте приводят перечень частных компетенций по Физике и посмотрим на компетенции первого цикла под ярлыком А, то мы увидим, что они в рейтинге значимости находятся в обратном порядке, при прохождении из первого цикла во второй цикл; конечно, они являются абсолютно «общими» компетенциями, которые - как говорится – могут быть уже развитыми в первом цикле. И наоборот, несколько компетенций, которые менее важны или менее развиты в первом цикле под ярлыками В и Е, переходят во второй цикл.

Для заключения, в данном контексте уровни циклов хорошо описаны при помощи последовательности первых пяти компетенций и их распределением по ДД. Порядок описывает относительную значимость компетенций в данном цикле, распределение по ДД наводит на мысль об относительной весомости пяти измерений ДД в каждом цикле (смотрите Таблицу 2 ниже).

Таблица 2
Распределение по Дублинским Дескрипторам
первых семи компетенций в первом и втором цикле

Ярлык Дублинского Дескриптора	Измерение Дублинского Дескриптора	Номер частной компетенции по физике на измерение Дублинского Дескриптора	
		Первый цикл	Второй цикл
А	Знание и способность понимать	5	2
В	Применение знаний и способности понимать	5	4
С	Умение рассуждать	1	1
Д	Коммуникационные способности	0	0
Е	Способности учиться	0	2

Из второй таблицы основные различия между первым и вторым циклами следующие:

- первый цикл показывает сбалансированное внимание как к знаниям и способности понимать, так и к применению знаний и способности понимать; но внимание к знаниям и способности понимать выше, чем во втором цикле;
- второй цикл, который, конечно, всё ещё фокусируется на знании и способности понимать, тем не менее, ясно отдаёт предпочтение применению знаний и способности понимать и ставит на первый план измерение «обучающиеся способности», это последнее измерение пользуется определённо низким предпочтением в первом цикле.