

1. Концепция ОП

Активное развитие вычислительной техники и информационных технологий требуют развития математических методов оптимизации и развития алгоритмов. Возрастает потребность в обработке больших объемов данных и вычислительных методах, способных сделать это в сжатые сроки и математическому обеспечению данных процессов.

В Сколковском институте науки и технологий (Сколтехе) сформирована научно-образовательная среда для подготовки магистров по направлению 02.04.01 «Математика и компьютерные науки» со специализацией в области математических методов оптимизации обработки больших объемов данных, необходимых для проведения экспериментальных и теоретических исследований с целью создания новых технологий.

Магистерская программа предусматривает «погружение» обучающихся в область математики и технологий, выполнение ими реальных проектов в ИТ-компаниях, проведение научных исследований Центре Сколтеха по вычислительным технологиям, Центре Сколтеха по большим массивам данных, Центр Сколтеха по научным и инженерным вычислительным технологиям для задач с большими массивами данных совместно с партнерами – ведущими университетами РФ, США, Канады и Великобритании в данной области.

2. Цели ОП

В соответствии с миссией Сколковского института науки и технологий, концепцией магистерской программы, международными стандартами высшего образования (*European Qualifications Framework, Qualification Frameworks in the EHEA*) и инженерного образования, в частности, (*EUR-ACE Framework Standards, CDIO Standards*), требованиями национальных уровней квалификации и профессиональных стандартов, соответствующего ФГОС, а также ожиданиями основных заинтересованных сторон (студентов, работодателей и др.) определены следующие цели магистерской программы, достигаемые выпускниками через 3 – 5 лет после ее окончания (табл. 1).

Таблица 1. Цели образовательной программы

№	Формулировка цели	Заинтересованные стороны
1.	Выпускники будут активно применять глубокие общенаучные и технические знания, профессиональные и универсальные компетенции в практической инновационной деятельности в области <i>математики и компьютерных наук</i> .	ОАО «Российская венчурная компания», ABBYY Headquarters, ABBYY Россия, Фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере,
2.	Выпускники будут выполнять исследования и разработки, проявлять лидерские качества для решения ключевых проблем в приоритетных областях <i>математики и компьютерных наук</i> на всех этапах жизненного	Ассоциация разработчиков программных продуктов «Отечественный Софт» ЕМС, Группа компаний IBS, ОАО «Ростелеком», ООО «Майкрософт Рус», ООО «1С»,

№	Формулировка цели	Заинтересованные стороны
	цикла технических объектов, процессов и систем.	Группа компаний «Техносерв», ИДС Россия / СНГ,
3.	Выпускники будут использовать междисциплинарные результаты обучения и предпринимательские способности для коммерциализации инновационных продуктов, процессов и систем в области <i>математики и компьютерных наук</i> .	ОАО «Концерн «Созвездие» Работодатели, государство, студенты, выпускники, преподаватели, компании-резиденты Сколково, инновационные центры, инжиниринговые компании, инновационные центры, ИТ-компании, консалтинговые компании
4.	Выпускники будут демонстрировать приверженность воспитанной в Сколтехе культуре свободы, открытости и уважения, соблюдению профессиональной этики и социальной ответственности.	
5.	Выпускники будут оказывать значительное влияние на развитие экосистемы инновационного центра Сколково, отрасли <i>математики и компьютерных наук</i> , а также экономики страны в целом.	

3. Характеристика профессиональной деятельности выпускников ОП

Характеристика профессиональной деятельности выпускников ОП соответствует ФГОС (утвержденные профессиональные стандарты для специалистов с квалификацией «магистр» в области математики и компьютерных наук отсутствуют).

3.1. Область профессиональной деятельности выпускников ОП

Область профессиональной деятельности выпускников магистратуры по направлению 02.04.01 «Математика и компьютерные науки» включает научно-исследовательскую деятельность в областях, использующих математические методы и компьютерные технологии; решение различных задач с использованием математического моделирования процессов и объектов и программного обеспечения; разработку эффективных методов решения задач естествознания, техники, экономики и управления; программно-информационное обеспечение научной, исследовательской, проектно-конструкторской и эксплуатационно-управленческой деятельности; преподавание цикла математических дисциплин (в том числе информатики).

Спецификой профессиональной деятельности выпускников Сколтеха с учетом профиля подготовки является работа в области математического обеспечения обработки больших массивов данных и вычислительных технологий для таких массивов.

3.2. Объекты профессиональной деятельности выпускников ОП

Объектами профессиональной деятельности выпускников программы с учетом профиля подготовки являются системообразующие понятия фундаментальной (гипотезы, теоремы, методы, математические модели) и прикладной (алгоритмы, программы, базы данных, операционные системы, компьютерной технологии) математики.

3.3. Виды профессиональной деятельности выпускников ОП

Основными видами профессиональной деятельности, к которым готовятся выпускники магистерской программы Сколтеха, являются научно-исследовательская и производственно-технологическая деятельность.

3.4. Задачи профессиональной деятельности выпускников ОП

Выпускники программы в соответствии с видами профессиональной деятельности, на которые ориентирована программа, будут готовы решать следующие профессиональные задачи.

Научно-исследовательская деятельность:

- применение методов математического и алгоритмического моделирования при анализе реальных процессов и объектов с целью нахождения эффективных решений общенаучных и прикладных задач широкого профиля;
- развитие математической теории и математических методов;
- создание новых математических моделей и алгоритмов;
- проведение научно-исследовательских работ в области математики и компьютерных наук;
- разработка фундаментальных основ и решение прикладных задач в области защищенных информационных и телекоммуникационных технологий и систем;

Проектно-конструкторская деятельность:

- разработка математического и программного обеспечения вычислительных машин;
- создание методов и систем защиты информации, интеллектуальных систем;
- развитие методологических, технологических и практических аспектов информационного поиска и интеллектуальной обработки данных;
- развитие методов математического моделирования, численных методов, необходимых для осуществления производственно-технологической деятельности;
- внедрение результатов научно-исследовательских работ в практику.

4. Результаты обучения (планируемые компетенции выпускников ОП)

Результаты обучения, планируемые к приобретению выпускниками магистерской программы, формируются на основе требований ФГОС, рамочных требований Сколтеха, соответствующих *CDIO Syllabus*, концепции ОП и запросов заинтересованных сторон (табл. 2).

Таблица 2. Планируемые результаты обучения по программе

	Формулировка результата обучения
Требования ФГОС	
Общекультурные компетенции (ОК)	
ОК ₁	способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу
ОК ₂	готовность действовать в нестандартных ситуациях, нести социальную и этическую ответственность за принятые решения
ОК ₃	готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала
Общепрофессиональные компетенции (ОПК)	
ОПК ₁	способность находить, формулировать и решать актуальные и значимые проблемы фундаментальной и прикладной математики
ОПК ₂	способность создавать и исследовать новые математические модели в естественных науках
ОПК ₃	готовность самостоятельно создавать прикладные программные средства на основе современных информационных технологий и сетевых ресурсов
ОПК ₄	готовность к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач профессиональной деятельности
ОПК ₅	готовность руководить коллективом в сфере своей профессиональной деятельности, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия
Профессиональные компетенции (ПК)	
ПК ₁	способность к интенсивной научно-исследовательской работе
ПК ₂	способность к организации научно-исследовательских и научно-производственных работ, к управлению научным коллективом
ПК ₃	способность публично представить собственные новые научные результаты
ПК ₄	способность к применению методов математического и алгоритмического моделирования при решении теоретических и прикладных задач

ПК ₅	способность к творческому применению, развитию и реализации математически сложных алгоритмов в современных программных комплексах
ПК ₆	способность к собственному видению прикладного аспекта в строгих математических формулировках
Программные требования	
<i>Программные результаты обучения (ПРО)</i>	
ПРО ₁	Способность применять алгоритмы оптимизации и численные методы для решения новых проблем инженерного проектирования
ПРО ₂	Готовность применять методы вычислительной математики при разработке новых подходов к анализу
ПРО ₃	Способность формулировать задачи с учетом особенностей вычислительной техники
ПРО ₄	Способность проектировать решения по сборке техники, на базе методов теоретической информатики, теории оптимизации и физического моделирования
Общие требования Сколтеха к результатам обучения (РО)	
1. Дисциплинарные знания и основы	
РО _{1.1}	Математические и научные знания
РО _{1.2}	Знания прикладных и инженерных наук
РО _{1.3}	Знания в области инноваций и предпринимательства
РО _{1.4}	Междисциплинарное мышление, структура знаний и их взаимодействие
РО _{1.5}	Знание и использование современных методов и инструментов
2. Личностные качества – мышление, убеждения и ценности	
РО _{2.1}	Познание и методы аргументации
РО _{2.2}	Позиция и обучение
РО _{2.3}	Этика, справедливость и ответственность
3. Коммуникация и сотрудничество	
РО _{3.1}	Коммуникация
РО _{3.2}	Коммуникация в международной среде
РО _{3.3}	Командная работа
РО _{3.4}	Сотрудничество и обмен

4. Лидерство в инновациях	
PO4.1	Понимание глобального общественного, природоохранного и делового контекста
PO4.2	Видение – создание новых технологий методом исследований
PO4.3	Видение – разработка и проектирование устойчивых систем
PO4.4	Реализация видения – производство и применение
PO4.5	Реализация видения – предпринимательство и предприятие

5. Структура и кредитная оценка ОП в соответствии с требованиями ФГОС

Образовательная программа магистратуры Сколтеха состоит из четырех основных и одного вспомогательного модулей, сопоставимых с тремя программными блоками ФГОС (табл. 3).

Таблица 3. Структура и кредитная оценка образовательной программы

		Структура образовательной программы по ФГОС			
		Блок 1		Блок 2	Блок 3
		Курсы 51 - 69 ECTS		Практика/ НИР	Итоговая аттестация
		Базовые	Вариативные		
Модули	120 ECTS	15 – 21 ECTS	36 – 48 ECTS	45 – 57 ECTS	6 – 9 ECTS
1. Наука, техника и технологии	48 ECTS	18 ECTS	30 ECTS		
2. Отрасль	12 ECTS			12 ECTS	
3. Инновации и предпринимательство	12 ECTS			12 ECTS	
4. Выпускная квалификационная работа	24 ECTS			18 ECTS	6 ECTS
5. Курсы по выбору	24 ECTS		18 ECTS	6 ECTS	

5.1. Модуль 1. Наука, техника и технологии включает: дисциплины и междисциплинарные курсы для изучения научных и инженерных основ, соответствующих области, объектам и видам профессиональной деятельности выпускников; практику применения и развития приобретенных научных и инженерных знаний; начальный опыт исследований. Модуль оценивается 48 кредитами ECTS (минимум 36 кредитов ECTS приобретается в результате освоения соответствующих дисциплин и междисциплинарных курсов).

5.2. Модуль 2. Отрасль включает: курсы для изучения экосистемы соответствующей отрасли производства (сектора экономики) в техническом, социальном, политическом и управленческом аспектах; начальный опыт практической профессиональной деятельности (проектная работа) в данном секторе экономики для закрепления знаний и развития навыков технического и инновационного воздействия на соответствующую отрасль производства. Модуль

оценивается 12 кредитами *ECTS* (минимум 6 кредитов *ECTS* приобретается в результате выполнения проекта).

5.3. Модуль 3. Инновации и предпринимательство включает: курсы для изучения полного инновационного цикла производства продукции – от определения потребностей и оценки возможностей их удовлетворения до эксплуатации (коммерциализация и предпринимательство) с достижением экономического и других эффектов; начальный опыт инновационной деятельности для приобретения соответствующих навыков. Модуль оценивается 12 кредитами *ECTS*.

5.4. Модуль 4. Выпускная квалификационная работа (диссертация) объединяет, систематизирует и консолидирует все полученные результаты обучения: приобретенные знания, умения и опыт в области научных и инженерных основ, практику их применения и развития, исследований, знания экосистемы соответствующей отрасли производства, способов технического и инновационного воздействия на нее, этапов инновационного цикла производства продукции. Модуль оценивается 24 кредитами *ECTS*, в том числе подготовка к защите и защита выпускной квалификационной работы (магистерской диссертации) оценивается 6 кредитами *ECTS*.

5.5. Модуль 5. Курсы по выбору предполагает изучение по выбору студентов: дисциплин, курсов, прохождения практики, выполнение проектов и научных исследований, включенных в любой из четырех основных модулей ОП. Модуль оценивается 24 кредитами *ECTS*.

6. Структура ОП по модулям (курсам, видам деятельности) и результатам обучения

6.1. Структура курсов (видов деятельности) по модулям ОП, соответствующая базовому учебному плану (табл. 4).

Таблица 4. Структура курсов по модулям программы

Модуль	Курс	№	Наименование курса (вида деятельности)	<i>ECTS</i>
1	Баз.	1	Оптимизация систем: модели и вычисления	6
	Баз.	2	Построение крупномасштабной системы компьютерного зрения	6
	Баз.	3	Многоядерные алгоритмы	6
	Вар.	4	Быстрые методы решения дифференциальных и интегральных уравнений	6
	Вар.	5	Вычислительные методы	6
	Вар.	6	Управление интеллектуальной собственностью	6
	Вар.	7	Вычислительные методы управления	6
	Вар.	8	Вычислительная линейная алгебра	6
2	Вар.	9	Архитектура систем и исследование пространства решений	6
	Пр.	10	Отраслевой проект	6

3	Вар.	11	Основы коммерциализации технологических достижений	6
	Пр.	12	Мастерская инноваций	6
4	ИГА	13	Выпускная квалификационная работа	24
5	Вар.	14	Машинное обучение	6
	Вар.	15	Проектирование спутников и космических миссий	6
	Пр.	16	Репрезентативное обучение и глубокое обучение	6
	Вар.	17	Вычислительные фотокамеры Вычислительная химия и моделирование материалов Теплоносители	6

6.2. Соответствие курсов (видов деятельности) планируемым результатам обучения (компетенциям выпускников) (табл. 5).

Таблица 5. Соответствие курсов результатам обучения

Результаты обучения	Курсы (виды деятельности)																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
ОК ₁		+			+			+					+	+	+		
ОК ₂				+			+					+	+	+		+	
ОК ₃								+				+	+	+			
ОПК ₁	+			+			+	+				+	+	+			
ОПК ₂	+					+	+	+		+		+	+		+		
ОПК ₃	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ОПК ₄		+	+		+			+		+		+	+	+		+	
ОПК ₅				+			+						+		+	+	
ОПК ₆			+	+		+	+		+	+		+	+				
ПК ₁					+	+	+	+				+	+	+			
ПК ₂							+	+		+		+	+				
ПК ₃				+		+			+				+		+	+	
ПК ₄				+				+	+		+		+				+
ПК ₅								+					+	+	+		+
ПК ₆	+			+		+		+					+		+	+	
ПК ₇				+				+				+	+		+	+	
ПК ₈	+	+		+	+	+	+			+		+	+		+		
ПК ₉	+	+	+			+		+				+	+				
ПК ₁₀				+				+		+			+		+		
ПРО ₁	+	+		+	+	+		+	+	+		+	+			+	
ПРО ₂	+	+	+			+						+	+			+	
ПРО ₃	+	+					+		+			+	+			+	
ПРО ₄				+		+	+	+			+		+	+		+	
ПРО ₅	+	+				+	+					+	+			+	
ПРО ₆	+	+	+		+			+		+		+	+				
ПРО ₇	+	+	+				+	+		+			+			+	
ПРО ₈	+	+	+		+			+				+	+			+	
ПРО ₉	+	+	+		+	+							+			+	

PO1.1	+	+		+			+						+	+			
PO1.2		+	+										+	+		+	
PO1.3							+			+	+		+		+		+
PO1.4	+			+		+			+				+	+		+	
PO1.5	+	+	+		+		+					+	+				
PO2.1				+			+				+		+	+			
PO2.2								+		+		+	+				+
PO2.3							+			+			+				
PO3.1								+		+		+	+			+	
PO3.2								+		+		+	+			+	
PO3.3								+		+		+	+			+	
PO3.4								+		+		+	+			+	
PO4.1	+	+		+	+		+		+			+	+				
PO4.2								+		+		+	+				
PO4.3								+		+		+	+				
PO4.4								+		+		+	+				
PO4.5								+		+		+	+				

7. Структура ОП по семестрам (базовый учебный план)

Таблица 6. Базовый учебный план

№	Код	Курсы (виды деятельности)	ECTS	Пре-рек-ви-зиты	Экз/зач	1 год обучения					2 год обучения				
						Семестр					Семестр				
						Осень		Весна		Лето	Осень		Весна		Лето
						1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Наука, техника и технологии (48 ECTS)															
1.		Оптимизация систем: модели и вычисления	6		Э	3	3								
2.		Построение крупномасштабной системы компьютерного зрения	6		Э			6							
3.		Многоядерные алгоритмы	6		Э				6						
4.		Быстрые методы решения дифференциальных и интегральных уравнений	6		Э				6						
5.		Вычислительные методы	6		Э	3	3								
6.		Управление интеллектуальной собственностью	6		Э									6	
7.		Вычислительные методы управления	6		Э									6	
8.		Вычислительная линейная алгебра	6		Э			3	3						
Отрасль (12 ECTS)															

9.	Архитектура систем и исследование пространства решений	6		3			6								
10.	Отраслевой проект	6		3					6						
Инновации и предпринимательство (12 ECTS)															
11.	Основы коммерциализации технологических достижений	6		3	6										
12.	Мастерская инноваций	6		3					6						
Выпускная квалификационная работа (24 ECTS)															
13.	Работа над магистерской диссертацией и её защита	24			3	3	3	3		3	3	3	3		6
Элективные курсы и виды деятельности (24 ECTS)															
14.	Машинное обучение	6		3	6					3	3				
15.	Проектирование спутников и космических миссий	6		3				6							
16.	Вычислительные фотокамеры	6		3	3	3									
17.	Вычислительная химия и моделирование материалов	6		3								6			