

1. Концепция ОП

Материаловедение является одной из базовых научных дисциплин, прогресс в которой имеет решающее влияние на экономическое развитие общества. Важнейшим условием прогресса является наличие высококвалифицированных специалистов, способных разработать новые или оптимизировать существующие материалы с заданными функциональными свойствами для практического применения в устройствах и элементах конструкции, а также оценить состояние материалов или утилизировать их в эксплуатируемых объектах. В Сколковском институте науки и технологий (Сколтехе) сформирована научно-образовательная среда и программа обучения для подготовки магистров необходимой квалификации по направлению 22.04.01. «Материаловедение и технологии материалов».

Магистерская программа предусматривает как получение базовых знаний и навыков в материаловедении, так и «погружение» обучающихся в действующие научно-исследовательские и производственные проекты в Сколтехе и в других ведущих исследовательских центрах России и мира, а также в индустрии.

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>материаловедения</i> .	НИТУ МИСиС ГК «Росатом» ЗАО «Техническая Инспекция ЕЭС» ОАО «ВНИИЖТ» ГК «Российские автомобильные дороги»
2.	Выпускники будут выполнять исследования и разработки, проявлять лидерские качества для решения ключевых проблем в приоритетных областях <i>материаловедения</i> на всех этапах жизненного цикла технических объектов, процессов и систем.	Минэкономразвития России НТЦ ОАО «ОАК» ОАО «РусГидро» ФГУП ЦНИИ КМ «Прометей» Научно-учебный центр СВС МИСиС-ИСМАН

№	Формулировка цели	Заинтересованные стороны
3.	Выпускники будут использовать междисциплинарные результаты обучения и предпринимательские способности для коммерциализации инновационных продуктов, процессов и систем в области <i>материаловедения</i> .	НИЦ ОАО «Вертолеты России» ФБГНУ НИИ РИНКЦЭ Санкт-Петербургский государственный университет, Институт проблем машиноведения РАН Президиум Сибирского отделения РАН,
4.	Выпускники будут демонстрировать приверженность воспитанной в Сколтехе культуре свободы, открытости и уважения, соблюдению профессиональной этики и социальной ответственности.	ОАО «Интер РАО ЕЭС» ООО НИЦ «ИРТ» ОАО «Газпром нефть НТЦ» ОАО РКК «Энергия» Институт общей и неорганической химии им.Н.С.Курнакова, Институт нефтехимического синтеза, NIST,
5.	Выпускники будут оказывать значительное влияние на развитие экосистемы инновационного центра Сколково, отрасли <i>материаловедения</i> , а также экономики страны в целом.	МГУ, МФТИ, ОАО «РОСНАНО»

3. Характеристика профессиональной деятельности выпускников ОП

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

3.1. Область профессиональной деятельности выпускников ОП

Область профессиональной деятельности выпускников магистратуры по направлению 22.04.01. «Материалы и технологии материалов» включает разработку, исследование, модификацию и использование (обработку, эксплуатацию и утилизацию) материалов неорганической и органической природы различного назначения; процессы их формирования, формо- и структурообразования; превращения на стадиях получения, обработки и эксплуатации; процессы получения материалов, заготовок, полуфабрикатов, деталей и изделий, а также управление их качеством для различных областей техники и технологии (машиностроения и приборостроения, авиационной и ракетно-космической техники, атомной энергетики, твердотельной электроники, nanoиндустрии, медицинской техники, спортивной и бытовой техники).

Спецификой профессиональной деятельности выпускников Сколтеха с учетом профиля подготовки является исследование и разработка новых материалов и nano материалов.

3.2. Объекты профессиональной деятельности выпускников ОП

Объектами профессиональной деятельности выпускников программы с учетом профиля подготовки являются материалы; методы и средства испытаний и диагностики, исследования и контроля качества материалов; технологические процессы производства, обработки и модификации материалов.

3.3. Виды профессиональной деятельности выпускников ОП

Основными видами профессиональной деятельности, к которым готовятся выпускники магистерской программы Сколтеха, являются научно-исследовательская и расчетно-аналитическая.

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 и расчетно-аналитическая деятельность:

- сбор и сравнительный анализ данных о существующих типах и марках материалов, их структуре и свойствах, способах разработки новых материалов с заданными технологическими и функциональными свойствами применительно к решению поставленных задач с использованием баз данных и литературных источников;
- участие в организации и проведении проектов, исследований и разработок новых материалов и композиций, научных и прикладных экспериментов по созданию новых процессов получения и обработки материалов, а также изделий;
- разработка программ, рабочих планов и методик, организация и проведение экспериментов, исследований и испытаний материалов, обработка и анализ их результатов с целью выработки технологических рекомендаций при внедрении процессов в производство, подготовка отдельных заданий для исполнителей;
- подготовка научно-технических отчетов, обзоров, публикаций по результатам выполненных исследований на основе анализа и систематизации научно-технической и патентной информации по теме исследования, а также отзывов и заключений на проекты, в т.ч. стандартов;
- моделирование материалов и процессов, исследование и экспериментальная проверка теоретических данных при разработке новых технологических процессов производства и обработки материалов;
- анализ, обоснование и выполнение технических проектов в части рационального выбора материалов в соответствии с заданными условиями при конструировании изделий, проектировании технологических процессов производства, обработки и переработки материалов, нетиповых средств для испытаний материалов, полуфабрикатов и изделий;

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
ОК ₄	способностью подготавливать и представлять презентации планов и результатов собственной и командной деятельности
ОК ₅	способностью подготавливать и представлять презентации планов и результатов собственной и командной деятельности
ОК ₆	готовностью формировать и отстаивать собственные суждения и научные позиции, анализировать и делать выводы по социальным, этическим, научным и техническим проблемам, возникающим в профессиональной деятельности, в том числе, с учетом экологических последствий
ОК ₇	готовностью самостоятельно выполнять исследования на современном оборудовании и приборах (в соответствии с целями магистерской программы) и ставить новые исследовательские задачи
Общепрофессиональные компетенции (ОПК)	
ОПК ₁	способность формулировать и решать задачи, возникающие в ходе научно-исследовательской и практической деятельности
ОПК ₂	способность использовать на практике знания, умения и навыки в организации исследовательских, проектных и конструкторских работ, в управлении коллективом
ОПК ₃	способность изменять научный и научно-производственный профиль своей профессиональной деятельности
ОПК ₄	способность разрабатывать научно-техническую, проектную и служебную документацию, оформлять научно-технические отчеты, обзоры, публикации по результатам выполненных исследований

ОПК ₅	способность готовность к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач профессиональной деятельности
ОПК ₆	способность готовность руководить коллективом в сфере своей профессиональной деятельности, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия
ОПК ₇	готовностью проводить патентный поиск, исследовать патентоспособность и показатели технического уровня разработок и использовать процедуры защиты интеллектуальной собственности
ОПК ₈	готовностью проводить экспертизу процессов, материалов, методов испытаний
ОПК ₉	способностью к самостоятельному освоению новых методов исследования и изменению научного, научно-педагогического и производственного профиля своей профессиональной деятельности
Профессиональные компетенции (ПК)	
ПК ₁	готовностью к использованию современных информационно-коммуникационных технологий, глобальных информационных ресурсов в научно-исследовательской и расчетно-аналитической деятельности в области материаловедения и технологии материалов
ПК ₂	способностью использовать методы моделирования и оптимизации, стандартизации и сертификации для оценки и прогнозирования свойств материалов и эффективности технологических процессов
ПК ₃	способностью понимать физические и химические процессы, протекающие в материалах при их получении, обработке и модификации; использовать в исследованиях и расчетах знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств веществ (материалов), проводить комплексные исследования, применяя стандартные и сертификационные испытания
ПК ₄	способностью использовать на практике современные представления, о влиянии микро- и нано-структуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, энергетическими частицами и излучением
ПК ₅	способностью самостоятельно осуществлять сбор данных, изучать, анализировать и обобщать научно-техническую информацию по тематике исследования, разрабатывать и использовать техническую документацию в профессиональной деятельности
ПК ₆	готовностью использовать знания основных положений патентного законодательства и авторского права РФ, нормативные документы по вопросам интеллектуальной собственности при подготовке документов к патентованию и оформлению ноу-хау
Программные требования	

<i>Программные результаты обучения (ПРО)</i>	
ПРО ₁	Знание основных классов материалов, их базовых физических и химических свойств, а также областей практического применения
ПРО ₂	Способность оценить, рассчитать, или измерить заданные свойства материала
ПРО ₃	Способность определить класс материалов, пригодных для использования в заданном устройстве или элементе конструкции, а также ключевые параметры материала, влияющие на эффективность его использования
ПРО ₄	Способность создавать новые материалы с заданной функциональностью, а также устройства на базе этих материалов
ПРО ₅	Способность оценить экономический и экологический эффекты использования того или иного материала
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	
РО _{4.1}	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 55 - 70 ECTS			Практика/ НИР	Итоговая аттестация
	Мини- мум	Базовые	Вариативные		
Модули	120 ECTS	12 – 23 ECTS	32 – 58 ECTS	41 – 56 ECTS	6 – 9 ECTS
1. Наука, техника и технологии	48 ECTS	18 ECTS	24 ECTS	6 ECTS	
2. Отрасль	12 ECTS		6 ECTS	6 ECTS	
3. Инновации и предпринимательство	12 ECTS		6 ECTS	6 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 6 кредитов *ECTS* - подготовка к защите и защита выпускной квалификационной работы (магистерской диссертации).

5.5. Модуль 5. Курсы по выбору предполагает изучение по выбору студентов: дисциплин, курсов, прохождение 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	Введение в физику твердого тела	6
	Баз.	2	Введение в физику устройств	6
	Баз.	3	Введение в нанофизику	6
	Вар.	4	Введение в композитные материалы и структуры	6
	Вар.	5	Химия материалов	6
	Вар.	6	Углеродные наноматериалы	6
	Вар.	7	Вычислительная химия и моделирование материалов	6
	НИР	8	Исследовательский проект	6
2	Вар.	9	Глобальная энергетика, принятие решений, рынки и политика	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	Симметрия и дальний порядок в твердых телах Космическое пространство	6
	Вар.	15	Методы математического моделирования в инженерии Космический сектор	6
	Пр.	16	Специальные вопросы теории композиционных материалов и конструкций	6
	Вар.	17	Резонансы и взаимодействия света и материи Графен и материалы на его основе	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								+				+	+	+			
ОК ₄	+			+		+		+				+			+	+	
ОК ₅				+				+				+	+		+	+	
ОК ₆	+	+		+	+	+	+			+		+	+		+		
ОК ₇	+			+		+		+				+			+	+	
ОПК ₁	+			+			+	+				+	+	+			
ОПК ₂	+					+	+	+		+		+	+		+		
ОПК ₃	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ОПК ₄		+	+		+			+		+		+	+	+		+	
ОПК ₅								+		+		+			+	+	
ОПК ₆								+		+		+			+	+	
ОПК ₇								+		+		+	+				+
ОПК ₈								+				+	+	+	+		+
ОПК ₉	+			+		+		+				+			+	+	
ПК ₁								+				+	+	+			
ПК ₂								+	+		+	+	+				
ПК ₃								+		+		+			+	+	
ПК ₄				+		+		+		+		+	+				+
ПК ₅				+	+	+		+				+	+	+	+		+
ПК ₆	+		+			+		+				+			+	+	
ПРО ₁	+	+						+	+	+	+	+	+			+	
ПРО ₂	+	+		+		+	+					+	+			+	
ПРО ₃	+	+				+	+		+			+	+			+	
ПРО ₄				+				+	+			+	+	+		+	
ПРО ₅	+	+										+	+			+	
РО _{1.1}	+	+										+	+				
РО _{1.2}		+	+									+	+			+	
РО _{1.3}								+			+	+	+		+		+

PO _{1.4}	+			+		+			+				+	+		+	
PO _{1.5}	+	+	+		+		+					+	+				
PO _{2.1}				+			+				+		+	+			
PO _{2.2}								+		+		+	+				+
PO _{2.3}							+			+			+				
PO _{3.1}								+		+		+	+			+	
PO _{3.2}								+		+		+	+			+	
PO _{3.3}								+		+		+	+			+	
PO _{3.4}								+		+		+	+			+	
PO _{4.1}	+	+		+	+		+		+			+	+				
PO _{4.2}								+		+		+	+				
PO _{4.3}								+		+		+	+				
PO _{4.4}								+		+		+	+				
PO _{4.5}								+		+		+	+				

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.		Введение в физику твердого тела	6		Э		6								
2.		Введение в физику устройств	6		Э	3	3								
3.		Введение в нанофизику	6		Э			6							
4.		Введение в композитные материалы и структуры	6		Э					6					
5.		Химия материалов	6		Э		6								
6.		Углеродные наноматериалы	6		Э							6			
7.		Вычислительная химия и моделирование материалов	6		Э			6							
8.		Исследовательский проект	6		3					6					
Отрасль (12 ECTS)															
9.		Глобальная энергетика, принятие решений, рынки и политика	6		3	3	3								
10.		Отраслевой проект	6		3					6					

