

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Московский физико-технический институт
(национальный исследовательский университет)»
(МФТИ, Физтех)

УТВЕРЖДАЮ

Ректор МФТИ

д.р. физ.-мат. наук, профессор

Д. В. Ливанов

2025 г.



Дополнительная профессиональная
программа повышения квалификации
«Физика: обучение предмету на углубленном уровне»

УГСН 44.00.00 Образование и педагогические науки

Направление подготовки 44.03.01 Педагогическое образование

ОКВЭД 85.42 Образование профессиональное дополнительное

Москва, 2025

1. Общая характеристика программы

1.1. Цель реализации программы

Целью реализации дополнительной профессиональной программы повышения квалификации «Физика: обучение предмету на углубленном уровне» является совершенствование профессиональных компетенций педагогов общеобразовательных организаций в области физики.

В результате прохождения программы повышения квалификации слушатели приобретают дополнительные профессиональные компетенции, т.е. способности применять знания, умения и личные качества в соответствии с задачами профессиональной деятельности, которые углубляют имеющиеся профессиональные компетенции.

Лицам, успешно освоившим программу и прошедшим итоговую аттестацию, выдается удостоверение о повышении квалификации установленного образца.

1.2. Совершенствуемые и/или приобретаемые компетенции

Компетенции, формируемые и совершенствуемые в результате обучения, представлены в таблице 1.

Таблица 1

№	Компетенции в соответствии с направлением подготовки 44.03.01 Педагогическое образование	Код компетенции
1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1
2	Способен организовывать совместную и индивидуальную учебную и воспитательную деятельность обучающихся, в том числе с особыми образовательными потребностями, в соответствии с требованиями федеральных государственных образовательных стандартов	ОПК-3
3	Способен осуществлять контроль и оценку формирования результатов образования обучающихся, выявлять и корректировать трудности в обучении	ОПК-5
4	Способен осуществлять педагогическую деятельность на основе специальных научных знаний	ОПК-8

1.3. Планируемые результаты обучения

Планируемые результаты обучения представлены в таблице 2.

Таблица 2

№	Уметь - знать	Направление подготовки 44.03.01 Педагогическое образование
		Квалификация: бакалавр
1	Знать: - методы поиска, критического анализа и синтеза информации образовательных ресурсов в области физики	УК-1

	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - осуществлять поиск, анализировать методическую литературу и отбирать информацию для проведения педагогической деятельности в области физики 	
2	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методы педагогической диагностики для выявления индивидуальных способностей, интересов, проблем обучающихся; <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - находить подходящие методики для составления программ с учетом особых образовательных потребностей обучающихся 	ОПК-3
3	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методы и приемы оценки трудностей в обучении, подходы к их разрешению; <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - использовать дидактические и диагностические средства для определения результатов образовательной деятельности обучающихся. 	ОПК-5
4	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные законы термодинамики, их формулировки и приложения в различных физических системах; - понятия внутренней энергии, работы и тепла, а также их взаимосвязь в термодинамических процессах; - принципы работы тепловых машин и холодильников, включая коэффициенты полезного действия; - основные параметры электрического поля, магнитного поля и их взаимодействие с зарядами и токами; - законы сохранения заряда и энергии в электрических цепях; - принципы работы электромагнитных волн и их характеристики, включая скорость распространения и длину волны; - основные виды колебаний (гармонические и негармонические), их параметры (амплитуда, период, частота) и уравнения движения; - законы сохранения энергии в колебательных системах и механизмы затухания колебаний; - концепции корпускулярно-волнового дуализма, включая свойства фотонов и их взаимодействие с материей; <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - анализировать термодинамические процессы и рассчитывать изменения внутренней энергии, работы и тепла для различных систем; 	ОПК-8

	<ul style="list-style-type: none"> - применять законы термодинамики для решения практических задач, связанных с тепловыми машинами и холодильниками; - проводить расчеты электрических параметров в цепях (напряжение, ток, сопротивление) с использованием законов Ома и Кирхгофа; - анализировать влияние электрического и магнитного полей на движущиеся заряды и токи; - решать задачи на определение параметров колебательных систем, включая расчет частоты, амплитуды и энергии колебаний; - описывать механизмы затухания колебаний и их влияние на параметры системы; - объяснять явления интерференции и дифракции света с точки зрения корпускулярно-волнового дуализма; - применять квантовые концепции для анализа атомных структур и их спектров; - решать задачи по определению энергетических уровней атомов и переходов между ними на основе квантовых принципов. 	
--	--	--

1.4. Категории обучающихся

Программа повышения квалификации предназначена для специалистов в области педагогики, имеющих высшее или среднее профессиональное образование, а также лиц, получающих высшее или среднее профессиональное образование.

1.5. Форма обучения

Очно-заочная с применением дистанционных образовательных технологий.

Программа может быть реализована в сетевой форме.

1.6. Объем программы

36 академических часов.

1.7. Режим обучения

42 дня / 6 недель.

2. Содержание программы

2.1. Учебный (тематический) план

Учебный (тематический) план программы представлен в таблице 3.

Таблица 3

№ п/п	Наименование разделов (модулей) и тем	Всего, час.	Лекции	Практич. работа	Самост. работа	Форма контроля
1	Модуль 1. Статика твердого тела	3	2	1	0	
1.1	Тема 1. Твердое тело	3	2	1	0	
2	Модуль 2. Термодинамика	8	4	4	0	
2.1	Тема 1. Термодинамическая система	2	1	1	0	
2.2	Тема 2. Модель идеального газа	2	1	1	0	
2.3	Тема 3. Квазистатические и нестатические процессы	2	1	1	0	
2.4	Тема 4. Элементарная работа в термодинамике. Теплопередача. Теплоемкость тела.	2	1	1	0	
3	Модуль 3. Электромагнетизм	11	6	5	0	
3.1	Тема 1. Электрическое поле	3	2	1	0	
3.2	Тема 2. Постоянный электрический ток	2	1	1	0	
3.3	Тема 3. Токи в различных средах	2	1	1	0	
3.4	Тема 4. Магнитное поле	2	1	1	0	
3.5	Тема 5. Электромагнитная индукция	2	1	1	0	
4	Модуль 4. Колебания	6	4	2	0	
4.1	Тема 1. Механические колебания	3	2	1	0	
4.2	Тема 2. Электромагнитные колебания	3	2	1	0	
5	Модуль 5. Корпускулярно-волновой дуализм	2	1	1	0	
5.1	Тема 1. Корпускулярно- волновой дуализм	2	1	1	0	
6	Модуль 6. Физика атома	2	1	1	0	
6.1	Тема 1. Физика атомного ядра и элементарных частиц	2	1	1	0	
7	Модуль 7. Организация и проведение физического	2	0	2	0	

	практикума на углубленном уровне изучения физики».					
7.1	Тема 1. Практикум по физике и его организация	2	0	2	0	
8	Итоговая аттестация.	2	0	2	0	Итоговое тестирование
9	Итого:	36	18	18	0	

2.2. Календарный учебный график

Календарный учебный план составляется при сформированной группе с учетом уровня их подготовки.

Календарный учебный график отражает периоды теоретических занятий, практик, процедур промежуточной и итоговой аттестаций и т.д.

КАЛЕНДАРНЫЙ УЧЕБНЫЙ ГРАФИК

Учебные недели	1	2	3	4	5	6
Учебные занятия (Т)	Т	Т	Т	Т	Т	Т
Практические занятия (П)	П	П	П	П	П	П
Итоговая аттестация (А)						А

2.3. Учебная программа

Содержание учебной программы приведено в таблице 4.

Таблица 4

№ п/п	Наименование модуля, разделов и тем	Содержание обучения, наименование и тематика практических занятий (семинаров), самостоятельной работы	Объем, ак. час.
1	Модуль 1. Статика твердого тела		3
1.1	Тема 1. Твердое тело	Лекция Абсолютно твёрдое тело. Сложение сил, приложенных к твёрдому телу. Центр тяжести тела. Условия равновесия твёрдого тела. Устойчивое, неустойчивое, безразличное равновесие. Технические устройства и технологические процессы: кронштейн, строительный кран, решётчатые конструкции. Практика Решение задач по теме лекции	3
2	Модуль 2. Термодинамика.		8
2.1	Тема 1. Термодинамическая система.	Лекция Задание внешних условий для термодинамической системы. Внешние и внутренние параметры. Параметры	2

		<p>термодинамической системы как средние значения величин, описывающих её состояние на микроскопическом уровне.</p> <p>Нулевое начало термодинамики.</p> <p>Самопроизвольная релаксация термодинамической системы к тепловому равновесию.</p> <p>Практика</p> <p>Решение задач по теме лекции</p>	
2.2	Тема 2. Модель идеального газа	<p>Лекция</p> <p>Модель идеального газа в термодинамике – система уравнений: уравнение Менделеева–Клапейрона и выражение для внутренней энергии. Условия применимости этой модели: низкая концентрация частиц, высокие температуры. Выражение для внутренней энергии одноатомного идеального газа.</p> <p>Практика</p> <p>Решение задач по теме лекции</p>	2
2.3	Тема 3. Квазистатические и нестатические процессы	<p>Лекция</p> <p>Квазистатические и нестатические процессы. Второй закон термодинамики для равновесных процессов: через заданное равновесное состояние термодинамической системы проходит единственная адиабата. Абсолютная температура. Второй закон термодинамики для неравновесных процессов: невозможно передать теплоту от более холодного тела к более нагретому без компенсации (Клаузиус). Необратимость природных процессов.</p> <p>Практика</p> <p>Решение задач по теме лекции</p>	2
2.4	Тема 4. Элементарная работа в термодинамике. Теплопередача. Теплоемкость тела.	<p>Лекция</p> <p>Элементарная работа в термодинамике. Вычисление работы по графику процесса на pV-диаграмме. Теплопередача как способ изменения внутренней энергии термодинамической системы без совершения работы. Теплоёмкость тела. Удельная и молярная теплоёмкости вещества. Уравнение Майера. Удельная теплота сгорания топлива. Тепловое загрязнение окружающей среды. Технические устройства и технологические процессы: дизельный и карбюраторный двигатели, паровая турбина, получение сверхнизких температур, утилизация «тепловых» отходов с использованием теплового насоса, утилизация биоорганического топлива для выработки «тепловой» и электроэнергии.</p> <p>Практика</p> <p>Решение задач по теме лекции</p>	2

3	Модуль 3. Электромагнетизм		11
3.1	Тема 1. Электрическое поле	<p>Лекция</p> <p>Электризация тел и её проявления. Элементарный электрический заряд. Действие электрического поля на электрические заряды. Пробный заряд. Однородное электрическое поле. Потенциальность электростатического поля. Потенциальная энергия заряда в электростатическом поле. Потенциал электростатического поля. Связь напряжённости поля и разности потенциалов для электростатического поля (как однородного, так и неоднородного). Поле точечного заряда. Поле равномерно заряженной сферы. Поле равномерно заряженного по объёму шара. Поле равномерно заряженной бесконечной плоскости. Картинки линий напряжённости этих полей и эквипотенциальных поверхностей. Условие равновесия зарядов. Параллельное соединение конденсаторов. Последовательное соединение конденсаторов. Движение заряженной частицы в однородном электрическом поле. Технические устройства и технологические процессы: генератор Ван де Граафа</p> <p>Практика</p> <p>Решение задач по теме лекции</p>	3
3.2	Тема 2. Постоянный электрический ток	<p>Лекция</p> <p>Зависимость сопротивления однородного проводника от его длины и площади поперечного сечения. Расчёт разветвлённых электрических цепей. Правила Кирхгофа. Тепловая мощность, выделяемая на резисторе. Конденсатор в цепи постоянного тока. Технические устройства и технологические процессы: счётчик электрической энергии.</p> <p>Практика</p> <p>Решение задач по теме лекции</p>	2
3.3	Тема 3. Токи в различных средах	<p>Лекция</p> <p>Электрическая проводимость различных веществ. Законы Фарадея для электролиза. Различные типы самостоятельного разряда. Технические устройства и практическое применение: газоразрядные лампы, электронно-лучевая трубка, полупроводниковые приборы: транзистор, фотодиод, светодиод,</p>	2

		рафинирование меди, выплавка алюминия, электронная микроскопия. Практика Решение задач по теме лекции	
3.4	Тема 4. Магнитное поле	Лекция Магнитное поле в веществе. Ферромагнетики, пара- и диамагнетики. Технические устройства и технологические процессы: тестер-мультиметр, электродвигатель Якоби. Практика Решение задач по теме лекции	2
3.5	Тема 5. Электромагнитная индукция	Лекция Токи Фуко. Катушка индуктивности в цепи постоянного тока. Технические устройства и технологические процессы: соленоид, защита от электризации тел при движении в магнитном поле Земли. Практика Решение задач по теме лекции	2
4	Модуль 4. Колебания		6
4.1	Тема 1. Механические колебания	Лекция Кинематическое и динамическое описание гармонических колебаний. Энергетическое описание (закон сохранения механической энергии). Вывод динамического описания гармонических колебаний из их энергетического и кинематического описания. Связь амплитуды колебаний исходной величины с амплитудами колебаний её скорости и ускорения. Период малых свободных колебаний математического маятника. Период свободных колебаний пружинного маятника. Резонансная кривая. Влияние затухания на вид резонансной кривой. Автоколебания. Технические устройства и технологические процессы: метроном, часы, качели, музыкальные инструменты, сейсмограф. Практика Решение задач по теме лекции	3
4.2	Тема 2. Электромагнитные колебания	Лекция Связь амплитуды заряда конденсатора с амплитудой силы тока в колебательном контуре. Затухающие электромагнитные колебания. Резистор, конденсатор и катушка индуктивности в цепи синусоидального переменного тока. Резонанс токов. Резонанс напряжений. Идеальный трансформатор. Практика Решение задач по теме лекции	3
5	Модуль 5. Корпускулярно-волновой дуализм		2

5.1	Тема 1. Корпускулярно-волновой дуализм	<p>Лекция</p> <p>Равновесное тепловое излучение (излучение абсолютно чёрного тела). Закон смещения Вина. Гипотеза Планка о квантах.</p> <p>Волновые свойства частиц. Волны де Броиля. Длина волны де Броиля и размеры области локализации движущейся частицы.</p> <p>Корпускулярно-волновой дуализм. Дифракция электронов на кристаллах.</p> <p>Специфика измерений в микромире.</p> <p>Соотношения неопределённостей Гейзенберга.</p> <p>Технические устройства и технологические процессы: спектрометр, туннельный микроскоп.</p> <p>Практика</p> <p>Решение задач по теме лекции</p>	2
6	Модуль 6. Физика атома		2
6.1	Тема 1. Физика атомного ядра и элементарных частиц	<p>Лекция</p> <p>Радиоактивные изотопы в природе. Свойства ионизирующего излучения. Влияние радиоактивности на живые организмы.</p> <p>Естественный фон излучения. Дозиметрия.</p> <p>Энергия связи нуклонов в ядре. Ядерные силы.</p> <p>Дефект массы ядра.</p> <p>Барионы, мезоны и лептоны. Представление о Стандартной модели. Кварк-глюонная модель адронов.</p> <p>Физика за пределами Стандартной модели.</p> <p>Тёмная материя и тёмная энергия.</p> <p>Технические устройства и технологические процессы: магнитно-резонансная томография.</p> <p>Опыты по исследованию строения атома.</p> <p>Практика</p> <p>Решение задач по теме лекции</p>	2
7	Модуль 7. Организация и проведение физического практикума на углубленном уровне изучения физики».		2
7.1	Тема 1. Практикум по физике и его организация	<p>Практика</p> <p>Подготовка к практикуму по физике. Методика организации практикумов по разделам.</p>	2
8	Итоговая аттестация.		2

3. Формы аттестации и оценочные материалы

3.1. Формы аттестации

Оценка качества освоения программы включает итоговую аттестацию обучающихся.

Итоговая аттестация обучающихся проходит в форме зачета в формате тестирования.

Итоговая аттестация по программе является обязательной и проводится в сроки, предусмотренные учебным планом и графиком учебного процесса.

Результаты зачета определяются отметками «зачтено» и «не зачтено».

Оценка «зачтено» выставляется обучающемуся, если он показал всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы курса и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

Оценка «не зачтено» выставляется обучающемуся, который не знает большей части основного содержания учебной программы курса, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий дисциплины и не умеет использовать полученные знания при решении типовых практических задач.

Максимальная сумма, которую можно набрать, успешно выполнив все контрольные мероприятия, составляет 100 баллов. Для получения положительной оценки «зачтено» необходимо набрать не менее 60% за итоговую аттестацию.

3.2. Оценочные материалы

Таблица 5

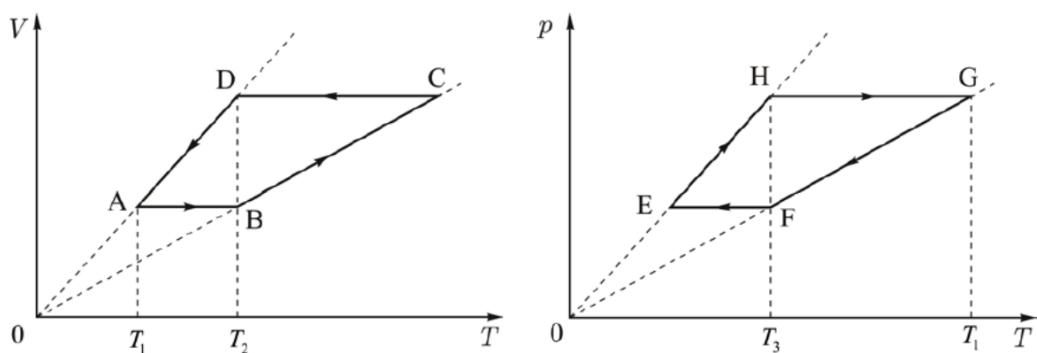
Наименование модуля, разделов и тем	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Модуль 1. Статика твердого тела	-	-
Модуль 2. Термодинамика	-	-
Модуль 3. Электромагнетизм	-	-
Модуль 4. Колебания	-	-
Модуль 5. Корпускулярно-волновой дуализм	-	-
Модуль 6. Физика атома	-	-
Модуль 7. Организация и проведение физического практикума на углубленном уровне изучения физики».	-	-
Итоговая аттестация	УК-1, ОПК-3, ОПК-5, ОПК-8	Итоговое тестирование

Примеры заданий

Тест - инструмент оценивания обученности учащихся, состоящий из системы тестовых заданий, стандартизированной процедуры проведения, обработки и анализа результатов.

Примеры тестовых заданий

- На рисунках представлены графики двух циклических процессов, совершаемых над идеальным газом (р и V — давление и объём газа, Т — его абсолютная температура). Определите, во сколько раз работа газа в процессе ABCDA больше работы газа в процессе EHGFE, если количество газа в обоих процессах одинаковое. Известно, что $T_2 = 2T_1$ и $T_1 = 2T_3$.



- Два точечных заряда $+q$ и $-q$, закреплённые на концах непроводящего стержня (диполь), находятся в электростатическом поле. Для того, чтобы повернуть этот диполь на 180° вокруг центра стержня, внешним силам нужно совершить работу A. Какую работу нужно совершить внешним силам (после поворота) для того, чтобы унести диполь из этого поля на бесконечность? Потенциал бесконечно удалённых точек равен нулю.
- В термоядерных реакциях ${}^2{}_1\text{H} + {}^3{}_1\text{H} \rightarrow {}^4{}_2\text{He} + {}^1{}_0\text{n}$, ${}^3{}_1\text{H} + {}^3{}_1\text{H} \rightarrow {}^4{}_2\text{He} + 2{}^1{}_0\text{n}$ суммарная кинетическая энергия образовавшихся частиц больше суммарной кинетической энергии исходных частиц на величины $E_1 = 17,6$ МэВ и $E_2 = 11,3$ МэВ соответственно. Определить дефект масс ядра ${}^3{}_1\text{H}$, если у ядра ${}^2{}_1\text{H}$ он составляет 0,00239 а. е. м. Одной атомной единице массы (а. е. м.) соответствует энергия 931,5 МэВ

4. Организационно-педагогические условия реализации программы

4.1 Учебно-методическое обеспечение и информационное обеспечение программы

4.1.1. Список литературы:

Основная литература:

- Яворский Б.М., Селезнев Ю.А. Физика. Справочное руководство. Для поступающих в вузы. М.: Физматлит, 2006.
- Элементарный учебник физики. Под ред. акад. Г. С. Ландсберга. (В 3-х томах). М.: Физматлит, 2012. Том 1. Механика. Термодинамика. Молекулярная физика, Том 2.

- Электричество. Магнетизм, Том 3. Колебания и волны. Оптика. Атомная и ядерная физика
3. Козел С.М. Физика. 10-11 классы: пособие для учащихся и абитуриентов. В 2-х частях. Часть 1: Механика. М.: Мнемозина, 2010.
 4. Козел С.М. Физика. 10-11 классы: пособие для учащихся и абитуриентов. В 2-х частях. Часть 2: Электродинамика, Электромагнитные колебания и волны, Оптика, Специальная теория относительности, Квантовая физика, Физика атома и атомного ядра. М.: Мнемозина, 2010.
 5. Баканина Л. П., Козел С. М., Белонучкин В. Е. (под ред. Козела С.М.) Сборник задач по физике. Для 10-11 классов с углубленным изучением физики. М.: Просвещение, 2011.
 6. Павленко Ю.Г. Физика 10-11. Учебное пособие для школьников, абитуриентов и студентов.
 7. Бутиков Е.И., Кондратьев А.С. Физика. Учебное издание для углублённого изучения. В 3-х книгах. М.: Физматлит, 2008 г. Книга 1: Механика, Книга 2: Электродинамика. Оптика, Книга 3: Строение и свойства вещества.
 8. Е. И. Бутиков, А. А. Быков, А. С. Кондратьев. Физика в примерах и задачах. М.: МЦНМО, 2008.
 9. Чешев Ю.В. и др. Методическое пособие по физике для старшеклассников и абитуриентов. М.: Физматкнига, 2013.
 10. Бендриков Г.А., Буховцев Б.Б. и др. Задачи по физике для поступающих в вузы: учебное пособие для подготовительных отделений вузов. М.: Физматлит, 2009.
 11. Козел С.М., Слободянин В.П. Физика. Всероссийские олимпиады. М.: Просвещение, 2009. Выпуск 1, Выпуск 2, Выпуск 3.
 12. Кондратьев А.С., Ларченкова Л.А., Ляпцев А.В. Методы решения задач по физике. М.: Физматлит, 2012
 13. Яворский Б.М., Пинский А.А. Основы физики: учебник в 2-х книгах. М.: Физматлит, 2003. Книга 1: Механика. Молекулярная физика. Электродинамика, Книга 2. Колебания и волны. Квантовая физика. Физика ядра
 14. Пинский А.А. Задачи по физике. — М.: Физматлит, 2003

4.2. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Таблица 6

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
Учебная аудитория, Платформа Pruffme	Лекция	Для преподавателя: компьютер, графический планшет, наличие доступа в интернет, Меловая/маркерная доска, проектор, компьютер для преподавателя, проекционный экран, флипчат

Учебная аудитория, Платформа Pruffme	Практическая работа	Для преподавателя: компьютер, графический планшет, наличие доступа в интернет, Меловая/маркерная доска, проектор, компьютер для преподавателя, проекционный экран, флипчат
Платформа Pruffme	Итоговая аттестация	Слушателю необходимо наличие доступа в сеть интернет, компьютер.

5. Организация образовательного процесса

В таблице 7 описаны образовательные технологии.

№ п/п	Вид занятия	Форма проведения занятий	Цель
1	Лекция	Ознакомление с теоретическими основами, изложение материала	Освоение, актуализация и систематизация теоретических знаний по дисциплине
2	Практическая работа	Выполнение практических задание на освоение и закрепление теоретического материала	Закрепление теоретического материала в практической деятельности
3	Итоговая аттестация	Выполнение заданий тестирования	Контроль освоения программы.

5. Составители программы

Богданов Андрей Дмитриевич, заведующий лабораторией нейротехнологии и человеко-машинного взаимодействия

Согласовано,
Эксперт ОСОП


Ж. И. Зубцова

Согласовано
Заведующий лабораторией
нейротехнологии и человеко-машинного
взаимодействия


А. Д. Богданов