

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
профессионального образования
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
Механико-математический факультет



УТВЕРЖДАЮ
декан механико-
математического факультета
/А.И. Шафаревич /
«14» октября 2021г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины:

Математическая логика, теория алгоритмов и теория сложности

Уровень высшего образования:
магистратура

Направление подготовки / специальность:
02.04.01 "Математика и компьютерные науки" (3++)

Направленность (профиль) ОПОП:
Цифровые технологии и искусственный интеллект

Форма обучения:
очная

Рабочая программа рассмотрена и утверждена
на заседании Ученого совета Механико-математического факультета
(протокол №7, от 14 октября 2021 года)

Москва 2021

Рабочая программа дисциплины (модуля) разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки 02.04.01 "Математика и компьютерные науки" утвержденного Приказом Министерства образования и науки РФ от 10 января 2018 г. N 13.

1. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО:
дисциплина относится к базовой части ОПОП ВО.

2. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия (если есть): отсутствуют.

3. Результаты обучения по дисциплине (модулю):

Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)		
Содержание и код компетенции.	Индикатор (показатель) достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, сопряженные с индикаторами достижения компетенций
ОПК-5. Способен адаптировать и применять на практике классические и новые научные принципы и методы исследований для решения задач в области создания и применения технологий и систем искусственного интеллекта и методы исследований	ОПК-5.1. Адаптирует известные научные принципы и методы исследований с целью их практического применения	ОПК-5.1. 3-1. Знает фундаментальные научные принципы и методы исследований ОПК-5.1. У-1. Умеет адаптировать с целью практического применения фундаментальные и новые научные принципы и методы исследований
ОПК-6. Способен использовать методы научных исследований и математического моделирования в области проектирования и управления системами искусственного интеллекта	ОПК-6.1. Применяет логические методы и приемы научного исследования, методологические принципы современной науки, направления, концепции, источники знания и приемы работы с ними, основные особенности научного метода познания, программно-целевые методы решения научных проблем в профессиональной деятельности	ОПК-6.1. 3-1. Знает логические методы и приемы научного исследования; методологические принципы современной науки, направления, концепции, источники знания и приемы работы с ними; основные особенности научного метода познания; программно-целевые методы решения научных проблем; основы моделирования управленческих решений; динамические оптимизационные модели; математические модели оптимального управления для непрерывных и дискретных процессов, их сравнительный анализ; многокритериальные методы принятия решений в профессиональной деятельности

		<p>ОПК-6.1. У-1. Умеет применять логические методы и приемы научного исследования; методологические принципы современной науки, концепции, источники знания и приемы работы с ними; основные методы научного познания; программно-целевые методы решения научных проблем; основы моделирования управленческих решений; динамические оптимизационные модели; математические модели оптимального управления для непрерывных и дискретных процессов, их сравнительный анализ; многокритериальные методы принятия решений в профессиональной деятельности</p>
<p>ОПК-9. Способен создавать и применять методы распределённого искусственного интеллекта для создания интеллектуальных сред и семантического веба.</p>	<p>ОПК-9.1. Применяет методы распределенного искусственного интеллекта для создания многоагентных систем.</p>	<p>ОПК-9.1. З-1. Знает структуры, архитектуры, виды обучения, протоколы многоагентных систем, методы многоагентного программирования.</p> <p>ОПК-9.1. У-1. Умеет проектировать и строить многоагентные системы для всех типов протоколов на базе объяснимые модели для всех типов протоколов и типов агентов – когнитивных, реактивных, делиберативных, владеет языками программирования многоагентных систем и онтологическими моделями для представления знаний в многоагентных системах. Умеет применять многоагентные технологии для мобильных сетевых агентов, в том числе, в рамках интернета вещей, моделирования сложных распределённых систем (индустриальных, мобильных и др.)</p>

<p>ПК-3. Способен разрабатывать и применять методы и алгоритмы машинного обучения для решения задач</p>	<p>ПК-3.1. Ставит задачи по разработке или совершенствованию методов и алгоритмов для решения комплекса задач предметной области ПК-3.2. Руководит исследовательской группой по разработке или совершенствованию методов и алгоритмов для решения комплекса задач предметной области</p>	<p>ПК-3.1. З-1. Знает классы методов и алгоритмов машинного обучения ПК-3.1. У-1. Умеет ставить задачи и разрабатывать новые методы и алгоритмы машинного обучения ПК 3.2. З-1. Знает методы и критерии оценки качества моделей машинного обучения ПК 3.2. У-1. Умеет определять критерии и метрики оценки результатов моделирования при построении систем искусственного интеллекта в исследуемой области</p>
<p>ПК-5. Способен руководить проектами по созданию, поддержке и использованию системы искусственного интеллекта на основе нейросетевых моделей и методов</p>	<p>ПК-5.1. Руководит работами по оценке и выбору моделей искусственных нейронных сетей и инструментальных средств для решения поставленной задачи</p>	<p>ПК-5.1. З-1. Знает функциональность современных инструментальных средств и систем программирования в области создания моделей искусственных нейронных сетей ПК-5.1. У-1. Умеет проводить оценку и выбор моделей искусственных нейронных сетей и инструментальных средств для решения задач машинного обучения ПК-5.1. У-2. Умеет применять современные инструментальные средства и системы программирования для разработки и обучения моделей искусственных нейронных сетей</p>
<p>ПК-6. Способен руководить проектами по созданию комплексных систем на основе аналитики больших данных в различных отраслях</p>	<p>ПК-6.1. Осуществляет руководство проектом по построению комплексных систем на основе аналитики больших данных в различных отраслях</p>	<p>ПК-6.1. З-1. Знает методологию и принципы руководства проектом по созданию, поддержке и использованию комплексных систем на основе аналитики больших данных ПК-6.1. З-2. Знает специфику сфер и отраслей, для которых реализуется проект по аналитике больших данных ПК-6.1. У-1. Умеет решать задачи по руководству коллективной проектной</p>

		<p>деятельностью для создания, поддержки и использования комплексных систем на основе аналитики больших данных</p> <p>ПК-6.1. У-2. Умеет сосредотачивать внимание на целях, достижение которых обеспечивает большую отдачу и сильное воздействие</p> <p>ПК-6.1. У-3. Умеет формировать матрицу приоритетов, включая критерии отбора проектов для реализации</p>
--	--	---

4. Объем дисциплины (модуля) составляет 6 з.е., в том числе 144 академических часа, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем, 72 академических часов на самостоятельную работу обучающихся.

5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий:

5.1. Структура дисциплины (модуля) по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий (в строгом соответствии с учебным планом)

Наименование разделов и тем дисциплины (модуля), Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Номинальные трудозатраты обучающегося				
	Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) Виды контактной работы, ак. ч.				Самостоятельная работа, ак. ч.
	Всего, ак. ч.	Ауд., ак. ч.	Лекции*, ак. ч.	Семинары*, прак., ак. ч.	
1. Основы теории множеств.	6	3	3, тест		3
2. Логика высказываний:	8	4	4, тест		4
3. Логика предикатов.	10	5	5, тест		5

4. Отношения и функции.	8	4	4, тест		4
5. Булевы алгебры.	8	4	4, тест		4
6. Мощность множества.	8	4	4, тест		4
7. Счетные и континуальные множества.	8	4	4, тест		4
8. Машины Тьюринга.	9	5	5, тест		4
9. Частично рекурсивные функции.	11	5	5, тест		6
10. Секвенциальное исчисление высказываний.	12	6	6, тест		6
11. Основные понятия теории сложности вычислений.	8	4	4, тест		4
12. Иерархии классов сложности.	14	7	7, тест		7
13. Вычисления с оракулами.	8	4	4, тест		4
14. Вероятностные вычисления.	10	5	5, тест		5
15. Неоднородные модели вычислений.	8	4	4, тест		4
16. Теоремы Савича и Иммермана – Селепченьи.	8	4	4, тест		4
Промежуточная аттестация - устный экзамен.	2,3				
Итого			72		72

6. Фонд оценочных средств (ФОС, оценочные и методические материалы) для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю).

6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости, критерии и шкалы оценивания (в отсутствие утвержденных соответствующих локальных нормативных актов на факультете)

Примерные вопросы к тестам по лекциям:

Вопрос №1

Что такое предикат?

Варианты ответов:

1. Это то, что утверждается о субъекте.
2. Это то, о чем что-то утверждается в высказывании.
3. Это то, что утверждается в операциях алгебры логики.
4. Это то, что утверждается об объекте

Вопрос №2

Чем определяется логическое значение формулы алгебры логики?

Варианты ответов:

1. Логическими операциями.
2. Равносильностью.
3. Логическими значениями входящих в нее элементарных высказываний.
4. Эквивалентностью.

6.2. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине, критерии и шкалы оценивания
Примерные вопросы для проведения экзамена:

1. Введение. Предмет теории сложности вычислений. Вычислительные задачи распознавания и поиска. Теоремы об ускорении и о линейном ускорении (формулировки). Важнейшие классы сложности ($DTIME(f)$, $SPACE(f)$, $NTIME(f)$, $NSPACE(f)$, P , L , $PSPACE$, NP , NL , Σ^p_k , Π^p_k , PH).
2. Функции, конструируемые по времени и по памяти. Теоремы об иерархии для классов $DTIME(f)$, $SPACE(f)$, $NTIME(f)$. Теорема о пропуске в иерархии (Gap Theorem). Очевидные соотношения между классами сложности.
3. Вычисления с оракулами. Определение полиномиальной иерархии посредством машин Тьюринга с оракулами. Теорема Бейкера – Гилла – Соловья о релятивизированных классах P и NP . Теорема Беннетта – Гилла о классах, релятивизированных с помощью случайного множества (формулировка). Соотношения между релятивизированными классами IP и $PSPACE$.
4. Вероятностные вычисления. Классы сложности RP , BPP , ZPP , PP . Соотношения между ними. Место этих классов в полиномиальной иерархии.
5. Неоднородные модели вычислений. Классы P/f и $P/poly$. Теорема Карпа – Липтона – Сипсера (формулировка). Вычисления посредством булевых схем. Классы $SIZE(f)$, NC_i и AC_i (однородные и неоднородные).
6. Теоремы Савича и Иммермана – Селепченьи о задаче $STCONN$. Их важнейшие следствия для теории сложности вычислений.

7. Понятие алгоритма.
8. Определение машины Тьюринга.
9. Применение машины Тьюринга к словам.
10. Правильная вычислимость функций на машине Тьюринга.
11. Тезис Тьюринга.
12. Основные понятия теории рекурсивных функций.
13. Понятие предиката.
14. Операции над предикатами.
15. Понятие тождественно истинного и тождественно ложного предикатов.
16. Выполнимый и опровержимый предикаты.
17. Равносильность в логике предикатов.
18. Кванторы.
19. Нормальные формы в логике предикатов (ПНФ, СНФ).
20. Приведение к ПНФ и СНФ.
21. Основные логические операции.
22. Тавтологии.
23. Алгебра Буля.
24. Таблица истинности.
25. Нормальные формы булевых функций.
26. СКНФ, СДНФ булевых функций.
27. Полином Жегалкина.

Порядок организации оценивания результатов обучения в университете регламентируется отдельным локальным нормативным актом – «Система оценивания результатов обучения в Томском политехническом университете (Система оценивания)» (в действующей редакции). Используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов обучения. Итоговая оценка (традиционная и литературная) по видам учебной деятельности (изучение дисциплин, УИРС, НИРС, курсовое проектирование, практики) определяется суммой баллов по результатам текущего контроля и промежуточной аттестации (итоговая рейтинговая оценка - максимум 100 баллов).

Распределение основных и дополнительных баллов за оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации устанавливается календарным рейтинг-планом дисциплины.

Рекомендуемая шкала для отдельных оценочных мероприятий входного и текущего контроля

% выполнения задания	Соответствие традиционной оценке	Определение оценки
90%÷100%	«Отлично»	Отличное понимание предмета, всесторонние знания, отличные умения и владение опытом практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, их качество оценено количеством баллов, близким к максимальному
70% - 89%	«Хорошо»	Достаточно полное понимание предмета, хорошие знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество ни одного из них не оценено минимальным количеством баллов
55% - 69%	«Удовл.»	Приемлемое понимание предмета, удовлетворительные знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество некоторых из них оценено минимальным количеством баллов
0% - 54%	«Неудовл.»	Результаты обучения не соответствуют минимально достаточным требованиям

Шкала для оценочных мероприятий Экзамена

% выполнения заданий Экзамена	Экзамен, балл	Соответствие традиционной оценке	Определение оценки
90%÷100%	18 ÷ 20	«Отлично»	Отличное понимание предмета, всесторонние знания, отличные умения и владение опытом практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, их качество оценено количеством баллов, близким к максимальному
70% - 89%	14 ÷ 17	«Хорошо»	Достаточно полное понимание предмета, хорошие знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество ни одного из них не оценено минимальным количеством баллов
55% - 69%	11 ÷ 13	«Удовл.»	Приемлемое понимание предмета, удовлетворительные знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество некоторых из них оценено минимальным количеством баллов
0% - 54%	0 ÷ 10	«Неудовл.»	Результаты обучения не соответствуют минимально достаточным требованиям

Методические указания по процедуре оценивания

№	Оценочные мероприятия	Процедура проведения оценочного мероприятия и необходимые методические указания				
1.	Опрос (маx 1 балл)	<ul style="list-style-type: none"> ● Письменный опрос проводится по пройденному материалу в течение первых 5-10 минут занятия ● Опрос содержит 5 вопросов ● Каждый вопрос оценивается в 0,2 балла. ● Опрос считается успешно выполненным при получении более 0,5 балла за все вопросы. <p>Оценивание проводит преподаватель по следующим критериям: 0,2 – студент полно и правильно отвечает на вопрос; 0,15 – студент дал неполный ответ на вопрос, но не допускает ошибок; 0,1 – студент допускает отдельные существенные ошибки, но понимает суть вопроса и основные закономерности; 0,05 – студент излагает материал со значительными ошибками, демонстрирует слабое понимание сути вопроса; 0 – нет ответа.</p>				
2.	Тестирование (маx 4 балла)	<ul style="list-style-type: none"> ● Письменное тестирование проводится после изучения теоретического материала раздела и обсуждения на лабораторных занятиях по каждой теме. ● Задание содержит 5 вопросов в тестовой форме ● Вопрос на выбор из предложенных вариантов правильной информации оценивается в 0,8 балла. ● Тест считается успешно выполненным при получении более 2 баллов за все задание. <p>Оценивание проводит преподаватель по следующим критериям: 0,8 – выбран правильный ответ (ответы); 0,5 – выбраны большинство правильных ответов; 0 – выбраны правильные и неправильные ответы.</p>				
3.	Защита лабораторной работы (маx 15 баллов)	<ul style="list-style-type: none"> ● Защита лабораторных работ проводится на 4, 8, 12 и 16 неделе, соответственно. ● Отчет по лабораторной работе содержит полную информацию о результатах работы магистранта в ходе лабораторных работ в соответствии с требованиями, изложенными в методических указаниях и заданным вариантом. ● При защите лабораторной работы магистрант обосновывает структуру СМО, доказывает полноту проведенных экспериментов, проводит анализ на основе полученных характеристик модели. ● Отчет по лабораторной работе считается успешно защищенным при получении более 7,5 баллов. <p><u>Оценивание проводит преподаватель по следующим критериям:</u></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%; text-align: center;">Вид вопроса</th> <th style="text-align: center;">Критерии оценки</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="height: 20px;"> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>	Вид вопроса	Критерии оценки		
Вид вопроса	Критерии оценки					

		<table border="1"> <tr> <td>Математическая логика, теория алгоритмов и теория сложности</td> <td>5 б. – Модель корректная, дополнена необходимыми блоками.</td> <td>3 б. – Модель корректная, модификация проведена не полностью.</td> <td>1 б. – Модель работает не во всех случаях корректно, модификация не проведена.</td> </tr> <tr> <td>Планирование экспериментальных исследований</td> <td>5 б. – Запланирован и проведен полный цикл экспериментальных исследований.</td> <td>3 б. – Запланирован и проведен неполный цикл экспериментальных исследований, не позволяющий провести корректный анализ.</td> <td>1 б.– Проведенные исследования не позволяют сделать корректные выводы, отсутствуют необходимые эксперименты, проведены избыточные.</td> </tr> <tr> <td>Анализ результатов</td> <td>5 б.– Проведен корректный и полный анализ. Все выводы подкреплены достаточным графическим и табличным результатом.</td> <td>3 б. – Проведен неполный анализ, табличных и графических материалов недостаточно.</td> <td>1 б.– При анализе результатов сделаны некорректные выводы, графические и табличные результаты с ошибками.</td> </tr> </table>	Математическая логика, теория алгоритмов и теория сложности	5 б. – Модель корректная, дополнена необходимыми блоками.	3 б. – Модель корректная, модификация проведена не полностью.	1 б. – Модель работает не во всех случаях корректно, модификация не проведена.	Планирование экспериментальных исследований	5 б. – Запланирован и проведен полный цикл экспериментальных исследований.	3 б. – Запланирован и проведен неполный цикл экспериментальных исследований, не позволяющий провести корректный анализ.	1 б.– Проведенные исследования не позволяют сделать корректные выводы, отсутствуют необходимые эксперименты, проведены избыточные.	Анализ результатов	5 б.– Проведен корректный и полный анализ. Все выводы подкреплены достаточным графическим и табличным результатом.	3 б. – Проведен неполный анализ, табличных и графических материалов недостаточно.	1 б.– При анализе результатов сделаны некорректные выводы, графические и табличные результаты с ошибками.
Математическая логика, теория алгоритмов и теория сложности	5 б. – Модель корректная, дополнена необходимыми блоками.	3 б. – Модель корректная, модификация проведена не полностью.	1 б. – Модель работает не во всех случаях корректно, модификация не проведена.											
Планирование экспериментальных исследований	5 б. – Запланирован и проведен полный цикл экспериментальных исследований.	3 б. – Запланирован и проведен неполный цикл экспериментальных исследований, не позволяющий провести корректный анализ.	1 б.– Проведенные исследования не позволяют сделать корректные выводы, отсутствуют необходимые эксперименты, проведены избыточные.											
Анализ результатов	5 б.– Проведен корректный и полный анализ. Все выводы подкреплены достаточным графическим и табличным результатом.	3 б. – Проведен неполный анализ, табличных и графических материалов недостаточно.	1 б.– При анализе результатов сделаны некорректные выводы, графические и табличные результаты с ошибками.											
		При несвоевременной сдаче лабораторной работы оценка снижается на 1 балл за каждую просроченную неделю.												
4.	Экзамен	<p>В рамках изучаемых разделов дисциплины осуществляется текущее оценивание степени освоения студентами изученного материала. Проверка освоения лекционного материала проводится путем оценки результатов выполнения лабораторных работ.</p> <p>Допуск по итогу текущего контроля рассчитывается на основе суммы баллов, набранных за все виды оценочных мероприятий. Для допуска к Экзамену студенту необходимо набрать 55 баллов и более по всем видам запланированных оценочных мероприятий, при этом все виды запланированных оценочных мероприятий должны быть выполнены и зачтены преподавателем.</p> <p>Экзамен проводится в традиционной форме путём раздачи билетов, самостоятельной подготовки студентами ответов на вопросы билета, последующей беседы преподавателя со студентом.</p> <p>Экзаменационный билет состоит из 4 вопросов.</p>												

	<p>Каждый вопрос оценивается преподавателем исходя из максимального балла – 5 баллов. Максимальный балл за Экзамен 20 баллов.</p> <p>Итоговая отметка за семестр рассчитывается на основе полученной суммы баллов в результате текущего контроля, и баллов, набранных при заключительном контроле знаний на Экзамене.</p>
--	---

7. Ресурсное обеспечение:

7.1. Перечень основной и дополнительной литературы

1. Goldreich, O. Computational complexity: A conceptual perspective. – Cambridge University Press, 2008.
2. Papadimitriou C. H. Computational complexity. – Addison-Wesley, 1994.
3. Rudich S., Wigderson A. (eds.) Computational complexity. theory – IAS/Park City Mathematical Series, v. 10, American Mathematical Society, 2004.
4. Кремер, Н. Ш. Математическая статистика: учебник и практикум для вузов / Н. Ш. Кремер. — Москва: Издательство Юрайт, 2020. — 259 с.
5. Крупский В. Н. Введение в сложность вычислений. М.: Факториал Пресс, 2006.
6. Кузюрин Н. Н., Фомин С. А. Эффективные алгоритмы и сложность вычислений. Электронное издание, версия от 7 марта 2018 г. (http://discopal.ispras.ru/img_auth.php/f/f4/Book-advanced-algorithms.pdf).
7. Пальчунов, Дмитрий Евгеньевич. Математическая логика и теория алгоритмов [Текст: электронный ресурс]: учебное пособие: [для студентов факультетов информационных технологий, математических, естественнонаучных и философских факультетов университетов] / Д.Е. Пальчунов; М-во образования и науки РФ, Новосиб. гос. ун-т, Фак. информ. технологий. (Новосибирск: РИЦ НГУ, 2016). Ч.1. (, 2016). URL: <http://e-lib.nsu.ru/dsweb/Get/Resource-1133/page001.pdf>.

Дополнительная литература

1. Du D.-Z., Ko K.-I. Theory of computational complexity. – John Wiley & Sons, 2000.
2. Sipser M. Introduction to the theory of computation. – Thomson Course Technology, 2nd ed., 2006.
3. Лавров, Игорь Андреевич. Математическая логика: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по техническим и естественнонаучным специальностям / И. А. Лавров; под ред. Л. Л. Максимовой. Москва: Академия, 2006, 39, [1] с.: ил.; 22 см. (Университетский учебник. Прикладная математика и информатика). ISBN 5-7695-2735-8.
4. Мендельсон, Э. Введение в математическую логику / Э. Мендельсон; под ред. С.И. Адян; пер. с англ. Ф.А. Кабакова. - Москва: Наука, 1971 - 320 с.: ил.; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=458257>.

7.2. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

1. Du D.-Z., Ko K.-I. Theory of computational complexity. – John Wiley & Sons, 2000.

2. Sipser M. Introduction to the theory of computation. – Thomson Course Technology, 2nd ed., 2006.

3. Лавров, Игорь Андреевич. Математическая логика: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по техническим и естественнонаучным специальностям / И. А. Лавров; под ред. Л. Л. Максимовой. Москва: Академия, 2006, 39, [1] с.: ил; 22 см. (Университетский учебник. Прикладная математика и информатика. ISBN 5-7695-2735-8.

4. Мендельсон, Э. Введение в математическую логику / Э. Мендельсон; под ред. С.И. Адян; пер. с англ. Ф.А. Кабакова. - Москва: Наука, 1971 - 320 с.: ил.; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=458257>.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. <http://window.edu.ru/> Электронная библиотека учебно-методической литературы для общего и профессионального образования;

2. <http://elibrary.ru/> Научная электронная библиотека;

<http://www.scholar.ru/> Научные статьи, диссертации и авторефераты из электронных научных библиотек.

8.2. Описание материально-технического обеспечения.

№	Наименование	Назначение
1.	Презентационное оборудование (мультимедиапроектор, экран, компьютер для управления)	Для проведения лекционных занятий
2.	Компьютерный класс (с выходом в Internet)	Для организации самостоятельной работы и организации практических занятий обучающихся

9. Соответствие результатов обучения по данному элементу ОПОП результатам освоения ОПОП указано в Общей характеристике ОПОП.

10. Разработчик (разработчики) программы:

д.ф-м.н., профессор, академик РАН и РАО Алексей Львович Семёнов