

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГАОУ ВО «СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»



УТВЕРЖДАЮ

Директор НОЦ «Институт
непрерывного образования»

Е.В. Мошкина
Е.В. Мошкина

30 » *сентября* 2024 г.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА
ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ

«Прикладная математика с точки зрения «чистого» математика»

Красноярск 2024

УЧЕБНЫЙ ПЛАН
дополнительной профессиональной программы повышения квалификации
«Прикладная математика с точки зрения «чистого» математика»

Форма обучения: очно-заочная, с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.
Срок обучения: 36 часа.

№ п/п	Наименование модулей (курсов)	Общая трудоемкость, ч	Всего контактн., ч	Контактные часы		СРС, ч	Формы контроля
				Лекции	Практ. и семинарские занятия		
1.	Постановки задач построения и анализа алгоритмов вычисления функций	6	4	2	2	2	Зачет
2.	Построение математических моделей. Общие принципы	8	4	2	2	4	Зачет
3.	Примеры интерпретации результатов. Что такое «ответ» в прикладном исследовании?	6	4	2	2	2	Зачет
4.	Алгоритмы сортировки и поиска — разнообразие, классика, современность	8	4	2	2	4	Зачет
5.	Точные, приближенные и вероятностные алгоритмы — скрытые возможности для прорыва «барьера сложности»	6	4	2	2	2	Зачет
	Итоговая аттестация	2				2	Зачет
	ИТОГО	36	20	10	10	16	

УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН
дополнительной профессиональной программы повышения квалификации
«Прикладная математика с точки зрения «чистого» математика»

Категория слушателей: научные сотрудники, преподаватели ВУЗов, реализующие образовательные программы в области математического образования; аспиранты, студенты старших курсов ВУЗов, учителя математики и информатики.

Срок обучения: 36 часов.

Форма обучения: очно- заочная, с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

Режим занятий: 8–10 часов в неделю.

№ п/п	Наименование модулей (курсов)	Общая трудоемкость, ч	Всего контактн., ч	Контактные часы		СРС, ч	Результаты обучения
				Лекции	Практ. и семинарские занятия		
1.	Постановки задач построения и анализа алгоритмов вычисления функций	6	4	2	2	2	PO1
2.	Построение математических моделей. Общие принципы	8	4	2	2	4	PO2, PO4
3.	Примеры интерпретации результатов. Что такое «ответ» в прикладном исследовании?	6	4	2	2	2	PO1, PO3
4.	Алгоритмы сортировки и поиска — разнообразие, классика, современность	8	4	2	2	4	PO1, PO5
5.	Точные, приближенные и вероятностные алгоритмы — скрытые возможности для прорыва «барьера сложности»	6	4	2	2	2	PO6
	Итоговая аттестация	2				2	PO1–PO6
	ИТОГО	36	20	10	10	16	

Календарный учебный график*
дополнительной профессиональной программы повышения квалификации
«Прикладная математика с точки зрения «чистого» математика»

№ п/п	Наименование модулей (курсов)	Неделя	Общая трудоемкость, ч	Виды занятий (количество часов)			
				Лекция	Практ. и семинарские занятия	СРС	Итоговый контроль
1.	Постановки задач построения и анализа алгоритмов вычисления функций	1	6	2	2	2	Зачет
2.	Построение математических моделей. Общие принципы	2	8	2	2	4	Зачет
3.	Примеры интерпретации результатов. Что такое «ответ» в прикладном исследовании?	3	6	2	2	2	Зачет
4.	Алгоритмы сортировки и поиска — разнообразие, классика, современность	4	8	2	2	4	Зачет
5.	Точные, приближенные и вероятностные алгоритмы — скрытые возможности для прорыва «барьера сложности»	5	6	2	2	2	Зачет
	Итоговый контроль	6	2			2	Зачет
	Итого		36	10	10	16	

*Календарный учебный график составляется для программ профессиональной переподготовки и представляет собой график учебного процесса, устанавливающий последовательность и продолжительность теоретического обучения, экзаменационных сессий, практик, итоговой аттестации

I. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ

1.1. Аннотация программы

Курс знакомит специалистов в области теоретической математики со спецификой постановки прикладных задач, интерпретацией результатов, классическими задачами и перспективными направлениями прикладной математики, ее актуальными проблемами и предоставляет необходимую базовую информацию для понимания и возможности начать самостоятельные прикладные работы.

Курс может представлять интерес и для специалистов в смежных естественнонаучных областях, для понимания специфики математического моделирования и планирования вычислительных экспериментов.

Для курса требуется только базовая математическая подготовка (степени бакалавра в любой естественнонаучной дисциплине будет более чем достаточно) и базовые знания физических или технических аспектов. Хотя этот курс является вводным, заинтересованному участнику будет предоставлена прочная база для дальнейшего продвижения в освоении темы, если он или она захочет профессионально участвовать в теоретической и практической деятельности в этой области после завершения курса.

1.2. Цель программы

Цель программы повышения квалификации — повышение профессионального уровня в рамках имеющейся квалификации в сфере использования математических методов; совершенствование профессиональных компетенций преподавателей вуза, научных работников, аспирантов и магистров в использовании современных математических методов в данной сфере для научных исследований и работы с обучающимися в основном и дополнительном образовании на разных ступенях обучения.

1.3. Компетенции (трудовые функции) в соответствии с Профессиональным стандартом (формирование новых или совершенствование имеющихся)

В условиях отсутствия действующих профессиональных стандартов в профессиональном образовании предполагается реализовать в данной программе подготовку к выполнению трудовых функций, представленных ниже (с учетом требований, сформулированных в ЕКСД, разделы «Квалификационные характеристики должностей работников в сфере образования»):

– Разработка и обновление содержания учебных курсов, дисциплин (модулей) программ всех уровней математического образования с учетом: порядка, установленного законодательством Российской Федерации в образовании; требований соответствующих ФГОС и(или) образовательных стандартов и современных достижений в области математики.

– Осуществление профессиональной ориентации школьников в области математического образования, пропаганды научно-технических знаний.

1.4. Планируемые результаты обучения

Слушатели в результате освоения программы повышения квалификации смогут достичь следующих результатов:

РО1. Знать постановки основных математических задач, связанных с работой алгоритмов решения прикладных задач.

РО2. Применять методы построения и анализа алгоритмов вычисления функций в различных научных и прикладных задачах.

РО3. Применять основные методы интерпретации результатов работы вычислительных алгоритмов.

РО4. Знать общие принципы построения математических моделей.

РО5. Знать классические и современные алгоритмы сортировки и поиска.

РО6. Различать точные, приближенные и вероятностные алгоритмы.

1.5. Категория слушателей

Научные сотрудники, преподаватели ВУЗов, реализующие образовательные программы в области математического образования; аспиранты, студенты старших курсов ВУЗов, учителя математики и информатики.

1.6. Требования к уровню подготовки поступающего на обучение

Слушатели должны иметь высшее образование (или обучаться на старших курсах) по специальностям, связанным с изучением и преподаванием математики на разных ступенях обучения (в вузе и старших классах общеобразовательных учреждений) по программам среднего профессионального или высшего образования.

Необходимо владение базовыми интернет-технологиями (веб-поиск, файловые сервисы и пр.), навыки работы в программах для организации видеоконференций.

1.7. Продолжительность обучения: 36 академических часов.

1.8. Форма обучения: очно-заочная, с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

1.9. Требования к материально-техническому обеспечению, необходимому для реализации дополнительной профессиональной программы повышения квалификации (требования к аудитории, компьютерному классу, программному обеспечению)

Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по программе повышения квалификации в очной форме: компьютер/ноутбук с предустановленным стандартным ПО (операционная система, офисные программы), позволяющим осуществлять подключение к сервису видеоконференций.

1.10. Документ об образовании: удостоверение о повышении квалификации установленного образца.

II. ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

Обучение по программе повышения квалификации реализовано в формате дистанционного обучения. Лекции и семинары проводятся преподавателем дистанционно с использованием системы видеоконференции. Самостоятельное изучение слушателями теоретического материала (СРС) предполагается до и после синхронной части работы.

Материально-технические условия реализации дисциплины

Синхронные занятия реализуются на базе инструментов видеоконференцсвязи и состоят из лекций и практических занятий, включающих в себя ответы на связанные с учебным материалом вопросы в формате дискуссий, а также групповую и индивидуальную работу. Для проведения синхронных занятий (вебинаров со спикерами) применяется программа видеоконференцсвязи Zoom.

Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Программа реализуется заочно, с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, и включает занятия лекционного типа, семинарские занятия и самостоятельную работу.

Все методические материалы и рекомендации представлены в электронном курсе: <https://e.sfu-kras.ru/course/view.php?id=39098>.

Содержание комплекта учебно-методических материалов

Учебно-методический комплекс содержит: материалы лекций по программе; дополнительные ссылки и материалы в формате PDF по темам курса для самостоятельного изучения, списки основной и дополнительной литературы по курсу, набор ссылок на внешние образовательные ресурсы и инструменты.

Виды и содержание самостоятельной работы

Список тем для самостоятельной работы определяется преподавателям с учётом индивидуальной подготовки слушателей и планируемыми результатами обучения. Примерные темы для устных сообщений или кратких письменных работ, а также методические материалы, необходимые для их выполнения, представлены в соответствующих элементах электронного курса в системе электронного обучения СФУ «e-Курсы».

III. КАДРОВЫЕ УСЛОВИЯ

Руководитель программы:

Царев Сергей Петрович, доктор физ.-матем. наук, ведущий научный сотрудник регионального научно-образовательного математического центра «Красноярский математический центр».

Преподаватели программы:

Царев Сергей Петрович, доктор физ.-матем. наук, ведущий научный сотрудник регионального научно-образовательного математического центра «Красноярский математический центр».

IV. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

4.1. Учебно-методическое обеспечение, в т.ч. электронные ресурсы в корпоративной сети СФУ и сети Интернет

1. Ахо А., Хопкрофт Дж., Ульман Дж. Построение и анализ вычислительных алгоритмов, Мир, 1979.

2. Пан В.Я. О способах вычисления значений многочленов // Успех математических наук. – 1966. – Т. 21. – Вып. 1. – С. 103–134.

3. Von Zur Gathen J., Gerhard J. Modern computer algebra [2nd ed], Cambridge University Press, 2003.

V. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

5.1. Формы аттестации, оценочные материалы, методические материалы

Программа предусматривает проведение текущей и итоговой аттестации. Текущая аттестация слушателей проводится на основе оценки активности и участия в дискуссиях в ходе семинаров, а также качества выполнения заданий в электронном обучающем курсе.

Итоговой аттестационной работой является письменная работа по пройденным темам.

Методические материалы необходимые для выполнения текущих заданий предоставлены в соответствующих элементах электронного обучающего курса и включают описание задания и методические рекомендации по его выполнению.

5.2. Требования и содержание итоговой аттестации

Основанием для аттестации слушателей заданной программы является:

- выполнение текущих заданий, предложенных преподавателем,
- или положительная оценка письменной работы после её обсуждения с преподавателем.

Критерии оценивания результатов работы:

- уровень освоения учебного материала;
- уровень умения пользования теоретического знания при выполнении практических задач;
- обоснованность и чёткость изложения материала;
- правильное употребление математических понятий и терминов;
- умение обосновать свою точку зрения.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дополнительной профессиональной программы повышения
квалификации
«Прикладная математика с точки зрения «чистого» математика»

1. Аннотация

Курс знакомит специалистов в области теоретической математики со спецификой постановки прикладных задач, интерпретацией результатов, классическими задачами и перспективными направлениями прикладной математики, ее актуальными проблемами и предоставляет необходимую базовую информацию для понимания и возможности начать самостоятельные прикладные работы.

Курс может представлять интерес и для специалистов в смежных естественнонаучных областях, для понимания специфики математического моделирования и планирования вычислительных экспериментов.

Хотя этот курс является вводным, заинтересованному участнику будет предоставлена прочная база для дальнейшего продвижения в освоении темы, если он или она захочет профессионально участвовать в теоретической и практической деятельности в этой области после завершения курса.

Результаты обучения:

В результате успешного освоения программы слушатели смогут достичь следующих результатов:

РО1. Знать постановки основных математических задач, связанных с работой алгоритмов решения прикладных задач.

РО2. Применять методы построения и анализа алгоритмов вычисления функций в различных научных и прикладных задачах.

РО3. Применять основные методы интерпретации результатов работы вычислительных алгоритмов.

РО4. Знать общие принципы построения математических моделей.

РО5. Знать классические и современные алгоритмы сортировки и поиска.

РО6. Различать точные, приближенные и вероятностные алгоритмы.

2. Содержание

№, наименование темы	Содержание лекций (кол-во часов)	Наименование практических занятий (кол-во часов)	Виды СРС (кол-во часов)
1. Постановки задач построения и анализа алгоритмов вычисления функций (6 ч.)			
Тема 1.1. Постановки задачи вычисления значений полиномов (3 ч.)	Алгоритмы вычисления значений полиномов. Важность задачи вычисления значений полиномов для создания пакетов вычисления	Решение задач темы 1.1 (1 ч.)	Изучение учебных материалов по теме, выполнение текущих заданий по теме (1 ч.)

№, наименование темы	Содержание лекций (кол-во часов)	Наименование практических занятий (кол-во часов)	Виды СРС (кол-во часов)
	значений элементарных функций (1 ч.)		
Тема 1.2. Принципиальное изменение сложности алгоритма (количество операций) при «небольшом» изменении постановки задачи (3 ч.)	Однократное вычисление значения полинома. Вычисление с предобработкой коэффициентов. Вычисление в большом числе точек (1 ч.)	Домашнее задание: вычисление ряда значений полинома с предобработкой и равномерным шагом аргумента (1 ч.)	Решение домашнего задания. Изучение учебных материалов по теме, выполнение текущих заданий по теме (1 ч.)
2. Построение математических моделей. Общие принципы (8 ч.)			
Тема 2.1. Построение математических моделей. Точность модели и ее сложность (4 ч.)	Примеры математических моделей природных процессов, в приложении к геодинамике и геодезии (1 ч.)	Решение задач темы 2.1 (1 ч.)	Изучение учебных материалов по теме, выполнение текущих заданий по теме (2 ч.)
Тема 2.2. Цикличность построения моделей (верификация результатов, усложнение модели при недостаточной точности) (4 ч.)	Современные методы построения моделей: суррогатные модели, моделирование динамики сложных систем, машинное обучение для достижения целевой точности (1 ч.)	Решение задач темы 2.2 (1 ч.)	Изучение учебных материалов по теме, выполнение текущих заданий по теме (2 ч.)
3. Примеры интерпретации результатов. Что такое «ответ» в прикладном исследовании? (6 ч.)			
Тема 3.1. Что такое «ответ» в прикладном исследовании? (3 ч.)	Определение квадратного корня: тавтология или «правильный» ответ в решении простейших школьных задач. Ответы систем компьютерной алгебры (1 ч.)	Решение задач темы 3.1 (1 ч.)	Изучение учебных материалов по теме (1 ч.)
Тема 3.2. Сложные ответы — как их использовать? (3 ч.)	Ответ как входные данные для следующей задачи. Примеры и обсуждение (1 ч.)	Решение задач темы 3.2 (1 ч.)	Выполнение текущих и домашних заданий по теме (1 ч.)
4. Алгоритмы сортировки и поиска — разнообразие, классика, современность (8 ч.)			
Тема 4.1. Сложность алгоритмов сортировки. Доказательства сложности снизу и их «опровержение» (4 ч.)	Наивные алгоритмы (метод пузырька, сортировка слиянием и их сложность). Индексирование и хеширование — преодоление логарифмического барьера (1 ч.)	Решение задач темы 4.1 (1 ч.)	Изучение учебных материалов по теме (2 ч.)

№, наименование темы	Содержание лекций (кол-во часов)	Наименование практических занятий (кол-во часов)	Виды СРС (кол-во часов)
Тема 4.2. Алгоритмы поиска – разнообразие, классика, современность (4 ч.)	Современные алгоритмы поиска в больших объемах данных (1 ч.)	Решение задач темы 4.2 (1 ч.)	Изучение учебных материалов по теме, выполнение текущих заданий по теме (2 ч.)
5. Точные, приближенные и вероятностные алгоритмы — скрытые возможности для прорыва «барьера сложности» (6 ч.)			
Тема 5.1. Точные ответы и проблема NP-сложности. Квазиоптимальные решения и преодоление NP-барьера (3 ч.)	NP-трудные задачи как проблема математики XXI века. Отличие от задач с доказанной (супер)экспоненциальной сложностью. LLL-алгоритм нахождения почти наименьшего вектора в решетке (1 ч.)	Решение задач темы 4.1 (1 ч.)	Изучение учебных материалов по теме, выполнение текущих заданий по теме (1 ч.)
Тема 5.2. Приближенные и вероятностные алгоритмы – скрытые возможности для прорыва «барьера сложности» (3 ч.)	Сублинейные алгоритмы – их парадоксально быстрая работа как путь к решению практических задач (1 ч.)	Итоговые задания, отчет слушателей по темам самостоятельных работ (1 ч.)	Выполнение самостоятельных работ (1 ч.)
Итоговая аттестация (2 ч.)			Контрольная работа (2 ч.)

3. Оценка качества освоения дисциплины (формы аттестации, оценочные и методические материалы)

Форма аттестации — зачет. Формой итоговой аттестации является письменная контрольная работа.

Программа предусматривает проведение текущей и итоговой аттестации. Текущая аттестация слушателей проводится на основе оценки активности и участия в дискуссиях в ходе семинаров, а также качества выполнения заданий в электронном обучающем курсе.

Итоговой аттестационной работой является письменная работа по пройденным темам.

Методические материалы необходимые для выполнения текущих заданий предоставлены в соответствующих элементах электронного обучающего курса и включают описание задания и методические рекомендации по его выполнению.

Критерии оценивания результатов работы:

- уровень освоения учебного материала;
- уровень умения пользования теоретического знания при выполнении практических задач;
- обоснованность и чёткость изложения материала;
- правильное употребление математических понятий и терминов;
- умение обосновать свою точку зрения.

Перечень заданий и/или контрольных вопросов

1. Каковы основные принципы построения математических моделей, обеспечивающие необходимую точность моделирования в прикладных исследованиях?
2. Каков смысл ответа, в котором присутствует знак квадратного корня?
3. Можно ли рассортировать массив чисел за время, меньшее, чем доказанно оптимальный алгоритм сортировки слиянием?
4. Каков наибо́льший метод вычисления одного значения полинома с заданными коэффициентами?
5. Что такое сублинейный алгоритм? Приведите пример такого алгоритма.
6. Что отличает точное и приближенное NP-трудной задачи?

Программу составил:

Д-р физ.-мат. наук, профессор



Царев С.П.

Руководитель программы:

Д-р физ.-мат. наук, профессор



Царев С.П.