

Также филиалы кафедр используются для проведения учебных, производственных и преддипломных практик. Практика — это всегда благоприятная возможность для обеих сторон: предприятие имеет возможность подобрать для себя и адаптировать к своим особенностям за время практик лучших выпускников факультета, а студенты — получить первый опыт и изучить правила и требования к выполнению профессиональных обязанностей на предприятии.

За 2017 год объем учебной нагрузки, выполняемый в филиалах, составил $\approx 15\%$ от общей нагрузки по факультету. На филиалах кафедр реализуются и инновационные проекты.

В процессе работы филиалов кафедр постоянно используется задачник от производства для определения тем курсовых проектов (работ), дипломных и магистерских проектов с увеличением количества актов и справок о внедрении исследований в производство.

В целях усиления практико-ориентированной составляющей подготовки специалистов с высшим образованием инженерный факультет планирует на базе филиалов кафедр в рамках изучения дисциплин «Введение в образование», «Технология конструкционных материалов», учебной технологической практики обучение студентов рабочим специальностям с присвоением разряда по профессии «Станочник». Получение разряда позволит при прохождении производственных практик направлять студентов на рабочие места, что значительно повысит качество практического обучения.

Для реализации интегрированной системы «кафедра—филиал—предприятие» и повышения эффективности практико-ориентированной подготовки необходимо конечно же, и желание производителей — подготовить своих будущих высококлассных специалистов.

Инженерный факультет постоянно проводит работу по расширению сети филиалов на предприятиях города и региона.

Заключение. Филиал кафедры является активной формой связи процесса обучения с промышленностью. Только в тесном взаимодействии предприятий и факультета возможно подготовить специалиста инженерного профиля современной формации, способного создавать новые технологии.

Список цитируемых источников

1. Денисова, Н. А. Вопросы интеграции образовательной и производственной сред при подготовке инженеров машиностроительного профиля / Н. А. Денисова // Технология машиностроения. — 2011. — № 1. — С. 61—64.
2. Ракицкий, А. А. Инновационные технологии в инженерном образовании // А. А. Ракицкий, Н. Я. Новик // Выш. шк. — 2011. — № 4. — С. 41—44.

УДК 621.396.96

А. А. Дмитренко

Учреждение образования «Военная академия Республики Беларусь», Минск

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЧИСЛЕННЫХ МЕТОДОВ РЕШЕНИЯ СИСТЕМ НЕЛИНЕЙНЫХ УРАВНЕНИЙ ПРИ ОБРАБОТКЕ КООРДИНАТНОЙ ИНФОРМАЦИИ В КОМПЛЕКСАХ КОНТРОЛЯ ВОЗДУШНОГО ПРОСТРАНСТВА

Введение. Процесс контроля порядка использования воздушного пространства имеет сложную многоступенчатую структуру. Одним из технических этапов этого процесса является этап координатных преобразований первичной радиолокационной информации, поступающей от радиолокационных станций (далее — РЛС). Необходимость в координатных преобразованиях обусловлена тем, что каждая из РЛС работает в собственной системе координат, привязанной к ее точке стояния. В целях обеспечения возможности контроля всего воздушного пространства необходимо каким-либо способом объединить первичную радиолокационную информацию от нескольких РЛС, а также определенным образом обработать и преобразовать эти данные для их дальнейшего использования в автоматизированных системах управления воздушным движением [1; 2].

Основная часть. Радиолокационные станции работают в сферической системе координат (азимут, угол места, дальность). Автоматизированные системы управления воздушным движением работают в прямоугольной системе координат. Взаимосвязь между этими системами координат является нелинейной. Математически преобразование координатной информации из одной системы в другую представляет собой решение системы нелинейных уравнений.

В большинстве случаев для решения полученных систем нелинейных уравнений строится функционал, минимум которого достигается на решении системы. Затем, задавшись начальным приближением к точке минимума, проводят итерации каким-либо из методов спуска и таким путем получают удовлетворительное при-

ближение к решению системы. Исходя из этого приближения далее производят уточнения при помощи какого-либо итерационного метода, специфического для задачи решения системы уравнений.

Задача поиска решений не имеет достаточно эффективных методов общего характера. В отличие от систем линейных алгебраических уравнений, для решения которых могут применяться как прямые (или точные), так и итерационные (или приближенные) методы, решение систем нелинейных уравнений можно получить только приближенными, итерационными методами. Итерационные методы позволяют получать последовательность приближений $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$, $k = 0, 1, 2, \dots, n$. Если итерационный процесс сходится, то граничное значение является решением данной системы уравнений [3—5].

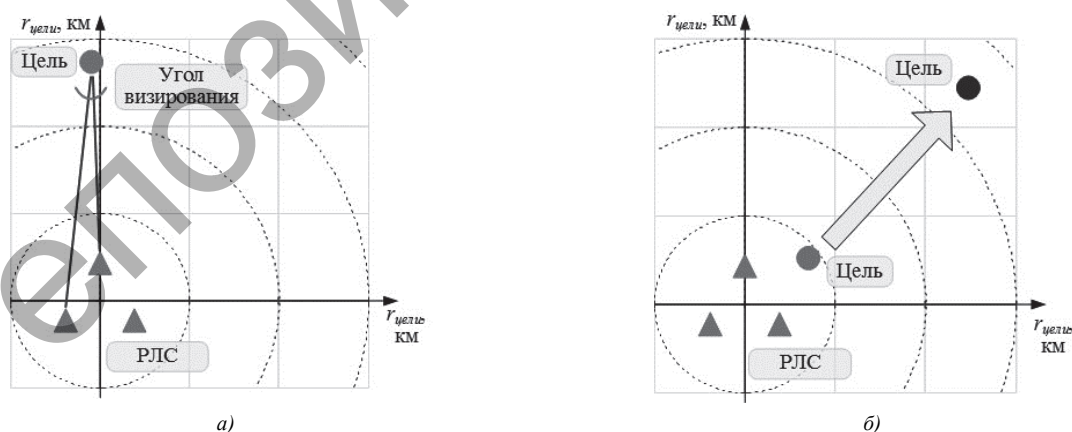
На практике для решения систем нелинейных уравнений чаще всего используют методы Ньютона, градиента, последовательных итераций и Левенберга—Марквардта. Основная идея метода Ньютона состоит в выделении из уравнений линейных частей в окрестности каждого приближения, которые являются главными при малых приращениях аргументов. Это позволяет свести исходную задачу к решению последовательности линейных систем.

Простейший градиентный метод — это наиболее интуитивно понятный способ нахождения минимума функции. Вычисление параметра на очередном шаге выполняется путем вычитания градиента функции, умноженного на заданный положительный коэффициент. Однако при таком подходе имеют место различные проблемы сходимости. Логично предположить, что желательно было бы осуществлять большие шаги по направлению градиента там, где градиент мал (т. е. наклон пологий), и, наоборот, маленькие шаги там, где градиент большой, чтобы не пропустить минимум. Другая проблема заключается в том, что кривизна поверхности невязки может быть не одинаковой по всем направлениям. К примеру, если есть длинная и узкая впадина на поверхности невязки, компонент градиента в направлении, указывающем вдоль основания впадины, очень мал, а компонент градиента вдоль стенок впадины, наоборот, велик. Это приводит к движению по направлению к стенкам впадины, тогда как необходимо перемещаться на большие расстояния вдоль основания впадины и на малые — вдоль ее стенок.

Ситуацию можно улучшить, если учитывать информацию о кривизне и градиенте, т. е. вторые производные. Один из способов сделать это — использовать метод Ньютона. Главное достоинство такого подхода — быстрая сходимость. Однако скорость сходимости зависит от начального положения (от линейности вокруг начального положения). Таким образом, метод Левенберга—Марквардта можно представить как комбинацию простейшего градиентного метода и метода Ньютона. Они дополняют друг друга с точки зрения предоставляемых преимуществ.

В результате анализа результатов математического имитационного моделирования работы системы РЛС были выявлены определенные ограничения применения методов последовательных итераций, Ньютона и градиента при преобразовании координатной информации из сферической системы координат в прямоугольную.

Вектор искомых параметров (прямоугольные координаты цели) не сходится к реальным при малых углах визирования цели относительно любой из пар РЛС (рисунок 1, а); при значительном увеличении дальности цели относительно РЛС (около 2—3 значений расстояний между РЛС) (см. рисунок 1, б); при наличии отрицательных значений координат РЛС в окончательной прямоугольной системе координат (см. рисунок 1, в). Также в подавляющем большинстве случаев матрица Якоби оказывается вырожденной (что не позволяет использовать алгоритм Ньютона) (см. рисунок 1, г).



а — относительное пространственное расположение РЛС и цели, при которых угол визирования объекта наблюдения минимален;
б — относительное пространственное расположение РЛС и цели при значительном удалении объекта наблюдения относительно месторасположения комплекса РЛС; в — относительное пространственное расположение РЛС и цели при наличии отрицательных значений координат РЛС;
г — условие вырождения матрицы Якоби системы уравнений при определении координат целей

Рисунок 1 — Условия относительного пространственного расположения РЛС и целей, при которых методы последовательных итераций, Ньютона и градиента имеют ограничения в применении

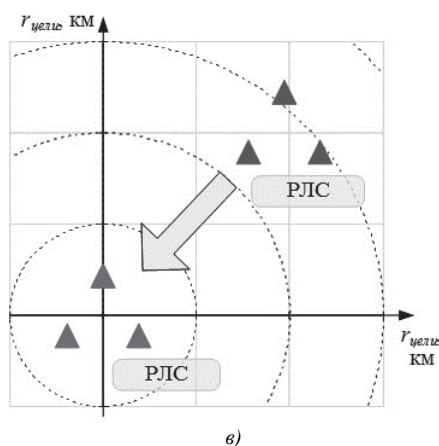


Рисунок 1 — Окончание

Заключение. Хотя метод Левенберга—Марквардта является не оптимальным, а лишь эвристическим методом, он очень хорошо работает на практике. Основной его недостаток заключается в необходимости обращения матрицы на каждом шаге. Даже несмотря на то, что нахождение обратной матрицы обычно выполняется с использованием быстрых методов псевдообращения (таких как разложение по сингулярным числам матрицы), время одной итерации становится неприемлемым для нескольких тысяч параметров. Для моделей же средних размеров (с несколькими сотнями параметров) LMA работает даже быстрее, чем простейший градиентный метод [3—6].

Список цитируемых источников

1. Радиоэлектронные системы: Основы построения и теория : справочник / Я. Д. Ширман [и др.] ; под ред. Я. Д. Ширмана. — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Радиотехника, 2007. — 512 с.
2. Справочник по радиолокации : в 2 кн. / М. И. Сколник [и др.] ; под ред. М. И. Сколника ; пер. с англ., под общ. ред. В. С. Вербы. — М. : Техносфера, 2014. — 1352 с.
3. Nocedal, J. Numerical Optimization / J. Nocedal, S. J. Wright. — New York : Springer, 1999.
4. Алексеев, Е. Р. Решение задач вычислительной математики в пакетах Mathcad 12, MATLAB 7, Maple 9 / Е. Р. Алексеев, О. В. Чеснокова. — М. : НТ Пресс, 2006. — 496 с.
5. Мышенков, В. И. Численные методы : учеб. пособие / В. И. Мышенков, Е. В. Мышенков. — М., 2001.
6. Амосов, А. А. Вычислительные методы для инженеров : учеб. пособие / А. А. Амосов, Ю. А. Дубинский, Н. В. Копченкова. — М. : Высш. шк., 1994. — 544 с.

УДК 378.14.015.62

В. А. Дремук, кандидат технических наук, доцент, **Н. В. Водопьян**
Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ОБРАЗОВАНИЯ

Введение. Повышение качества высшего образования — один из важнейших приоритетов в образовательной политике нашего государства. Национальной стратегией устойчивого социально-экономического развития предусмотрено создание цивилизованного рынка образовательных услуг, включение системы образования Беларуси в мировой образовательный процесс [1].

В ст. 11 Всемирной декларации ЮНЕСКО по высшему образованию качество высшего образования является многомерным понятием, которое должно включать все его функции и всю деятельность: преподавание и программы обучения, исследования ученых и аспирантов, персонал, студентов, здания, факультеты, оборудование, оказание услуг обществу и академическую среду.

Согласно стандартам ИСО (ISO) серии 9001-2011, под качеством следует понимать степень соответствия свойств какого-либо объекта (продукта, услуги, процесса) некоторым требованиям (нормам, стандартам).

Важную роль при определении качества образовательных услуг играют критерии оценки качества. Под критерием качества образования понимается признак, на основании которого дается оценка качества образовательных достижений обучающихся и качество образовательного процесса. Исходя из цели функционирования образовательного учреждения определяются критерии оценки качества образования, их количество должно