Math-Net.Ru

Общероссийский математический портал

Ю. С. Осипов, В. А. Садовничий, Д. В. Быков,
Ф. Л. Черноусько, А. А. Логунов, С. Ю. Доброхотов,
М. В. Карасёв, К пятидесятилетию научной и педаго-
гической деятельности Виктора Павловича Маслова,
ТМФ, 2008, том 155, номер 2, 197–201

DOI: <https://doi.org/10.4213/tmf6204>

Использование Общероссийского математического портала Math-Net.Ru под-
разумевает, что вы прочитали и согласны с пользовательским соглашением
<http://www.mathnet.ru/rus/agreement>

Параметры загрузки:

IP: 3.89.197.203

26 апреля 2023 г., 16:18:11

К ПЯТИДЕСЯТИЛЕТИЮ НАУЧНОЙ И ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ВИКТОРА ПАВЛОВИЧА МАСЛОВА

В 1957 году В. П. Маслов, защитив кандидатскую диссертацию под руководством профессора С. В. Фомина, начал свою преподавательскую деятельность. Этот момент можно считать началом и его самостоятельной научной деятельности, так как с этого времени стала проявляться его сильная сторона – умение вскрывать математическую подоплеку важнейших современных проблем естественных наук и ставить актуальные задачи, решение которых ведет не только к внутреннему развитию математики, но и к прогрессу науки в целом.

Более чем 50 лет назад физики открыли и построили микроволновые мазеры. Для создания нановолновых (световых) лазеров, помимо активного вещества, которое после подсветки не поглощало бы, а усиливало лучи, проходящие через него, необходимо было разработать такую отражающую систему, которая оставляла бы одну моду, а остальным лучам позволяла беспрепятственно покидать конструкцию. Молодой математик В. П. Маслов в 1957 году предложил возможный тип такой конструкции. Оказалось, что если слегка изогнуть планарный достаточно узкий волновод, то можно добиться того, что останется только одна мода, а остальные “выскочат” из волновода. Маслов показал, что для очень узкого волновода изгиб его оси проявляется в виде некоторого эффективного потенциала (показателя преломления) в продольном направлении. Этот потенциал содержит одно стабильное слагаемое $-k^2/4$, где k – кривизна оси волновода. Если на каком-то участке ось волновода прямая, то кривизна и потенциал этого участка опять равны нулю. Если затем волновод изгибается, то кривизна увеличивается (а потенциал $-k^2/4$ убывает). Далее ось волновода снова выпрямляется, и кривизна и потенциал опять равны нулю. Таким образом, возникает отрицательная потенциальная яма. Уравнение Гельмгольца для монохроматической электромагнитной волны в узком изогнутом волноводе приводит к одномерному уравнению Шредингера с потенциалом в виде ямы. Дискретный спектр в этом случае существует. Если изгиб небольшой, то глубина ямы достаточно мала, тогда в ней имеется всего одно собственное значение, а значит, ровно одна собственная мода. Если изгиб побольше, то собственных мод будет две, три и т.д. Возникает волновая ловушка. (Отметим, что обычные квазистационарные моды, которые могут присутствовать в такой системе за счет

отражения от открытых концов, будут экспоненциально малы в сравнении с отношением ширины волновода к его длине.)

В. П. Маслов выступил подряд на трех заседаниях семинара А. М. Прохорова, который хотел разобраться в этой теории. Под конец дискуссии один из участников в резкой форме заключил, что сделать на этой основе, например, одномодовый планарный лазер технологически невозможно, поскольку нет должных методик создания тонких пленок и сверхузких каналов в них. Заявка на патент, тогда же поданная Масловым, была отклонена (тем же оппонентом) на основании той же аргументации. Однако уже в 1959 году в мире появился первый планарный транзистор, а Р. Фейнман опубликовал статью о перспективах проникновения в область наномасштабов и в своей речи в Калифорнийском технологическом институте произнес теперь уже легендарную фразу: “Там внизу – очень много места”. Можно сказать, что работа Маслова, опубликованная в виде краткой чисто математической статьи в ДАН СССР в 1958 году, дала первый пример наноструктуры, которую предложил математик. В самой математике эта идея имела очень плодотворное развитие. Формальное математическое описание подобного типа смешанных систем с детерминированным, классическим и, одновременно, волновым, квантовым поведением было дано В. П. Масловым в 1965 году в его книге “Теория возмущений и асимптотические методы” (М., Изд-во МГУ). Основные математические объекты, которые были введены в этой книге, – это лагранжевы подмногообразия в фазовом пространстве (названные так Масловым), “канонический оператор”, сопоставляющий таким подмногообразиям волновые функции, а также целочисленный индекс и целочисленный класс когомологий (позднее названные именем Маслова).

В дальнейшем В. П. Масловым и его учениками, преподающими в Московском институте электронного машиностроения, Московском государственном университете им. М. В. Ломоносова и Московском физико-техническом институте, была развита математическая теория распространения квантовых сигналов в искривленных квантовых проволоках и нанотрубках в магнитном поле с учетом спина. Разработан метод асимптотического описания распространения и взаимодействия локализованных нелинейных волн в неинтегрируемых моделях. Были также выделены и изучены новые фазовые структуры, описывающие распространение локализованных волн в присутствии магнитометрической кривизны, и обнаружены новые эффекты в волновых и квантовых системах с частотными резонансами и в тонкопленочных системах в магнитном поле.

В 1963 году в ДАН СССР появилась фундаментальная работа В. П. Маслова о приложении комплексных решений уравнений классической механики в области тени и в туннельных областях для построения экспоненциальной асимптотики по малой длине волны или константе Планка. Эта работа докладывалась на конференциях и семинарах и была хорошо воспринята физиками (ее тогда же продолжили Ю. А. Кравцов (ФИАН), назвавший свою работу “О комплексных лучах Маслова”, и С. В. Худяков (ИАЭ им. И. В. Курчатова), а в очередном издании “Квантовой механики” Л. Д. Ландау и Е. М. Лифшица появился параграф с основанным на комплексных траекториях объяснением формул для надбарьерного отражения).

В дальнейшем эта концепция привела к теории комплексного роста Маслова и к теории инстантонов, развитым в его книгах “Операторные методы” (М., Наука, 1973) и “Комплексный метод ВКБ в нелинейных уравнениях” (М., Наука, 1977).

Следующим моментом, существенно изменившим направление деятельности В. П. Маслова, было привлечение его в группу, занимающуюся разработкой конструкции саркофага в Чернобыльской АЭС. Процесс перегрева образовавшегося завала описывается очень сложной краевой задачей для нелинейной системы уравнений с частными производными. Проведенный В. П. Масловым и его сотрудниками анализ этой задачи, использующий, в том числе, уравнение состояния и закон Дарси, привел к открытию точки бифуркации, переход через которую приводит к кардинальному изменению режима охлаждения разрушенного блока: от конвективного режима к диффузно-молекулярному. Саркофаг необходимо было построить таким образом, чтобы созданный конвективный режим охлаждения за счет естественных подсосов через отверстия на дне завала не был нарушен: точка бифуркации (смены режимов) не должна возникать. Асимптотика по большим температурам позволила решить эту сложную нелинейную краевую задачу. Идеи, высказанные в процессе работы над конструкцией саркофага в Чернобыльской АЭС, легли в основу целого направления математических исследований, отраженных, в частности, в цикле работ, начатых трудом В. П. Маслова, В. П. Мясникова, В. Г. Данилова “Математическое моделирование процесса остывания аварийного блока Чернобыльской АЭС” (М., Наука, 1987) и затем продолженных в книге В. П. Маслова, В. Г. Данилова, К. А. Волосова “Математическое моделирование процессов тепломассопереноса” (М., Наука, 1987), статьях о перегреве и совместных работах В. П. Маслова с И. А. Молотковым, опубликованных в последние годы. Эти работы принесли В. П. Маслову заслуженную репутацию специалиста в области моделирования катастрофических явлений. Именно в это время он возглавил лабораторию Института проблем механики РАН, которая теперь называется лабораторией Механики природных катастроф.

Если в 60-х годах с В. П. Масловым работали всего несколько талантливых учеников, то с 70-х годов исследованиями по этим тематикам занимается уже не один десяток математиков, последователей Маслова и в России, и по всему миру. В 80-х и 90-х годах Маслов с сотрудниками, учениками и учениками своих учеников (В. П. Белавкин, В. В. Белов, К. А. Волосов, Г. А. Воропаева, Е. М. Воробьев, Ю. М. Воробьев, З. Н. Голубева, И. А. Гордеева, В. В. Грушин, А. Г. Давтян, В. Г. Данилов, С. Ю. Доброхотов, В. Л. Дубнов, П. Н. Жевандров, М. В. Карасев, Г. В. Коваль, А. А. Константинов, В. Н. Колоколыцов, В. В. Косьянчук, В. В. Кучеренко, В. Е. Назайкинский, Е. М. Новикова, Г. А. Омелянов, А. В. Перескоков, А. Э. Рууге, С. Я. Секерж-Зенькович, Б. Ю. Стернин, С. Э. Таривердиев, В. А. Цупин, А. М. Чеботарев, В. М. Четвериков, А. И. Шафаревич, О. Ю. Шведов и др.) продолжили изучение перечисленных проблем.

Столь широкий спектр интересов научной школы В. П. Маслова отразился в рубриках научного классификатора Mathematics Subject Classification (MSC 2000) – международной классификации, а также в закрепившихся терминах. Приведем некоторые данные. Каждая рубрика MSC 2000 охватывает широкий круг тем.

Имя В. П. Маслова присутствует в названиях сразу двух рубрик: 53D12 Lagrangian submanifolds, Maslov index; 81Q20 Semiclassical techniques including WKB and Maslov methods. В MSC 2000 есть еще одна рубрика, посвященная открытому Масловым направлению: 35S30 Fourier integral operators. Хотя в этой рубрике фамилии “Маслов” нет, известно, что эти операторы изобрел Маслов. Так, Франсуа Трев во введении своей книги пишет: “... я остался верен установившемуся термину «интегральный оператор Фурье», хотя и готов согласиться, что этот термин не очень удачен и, быть может, более справедливо было бы называть такие операторы операторами Маслова” (Ф. Трев. Введение в теорию псевдо-дифференциальных операторов и интегральных операторов Фурье. Т. 2, М., Мир, 1984, с. 13).

Приведем статистику цитирования терминов, связанных с именем В. П. Маслова. Эти цифры отражают так называемые “наиболее значимые” результаты поиска по системе Google¹⁾ и могут меняться от случая к случаю:

- индекс Маслова (Maslov index) 554
- канонический оператор Маслова – понятие введено Масловым (Fourier integral operators) 500
- лагранжево подмногообразие – понятие введено Масловым (Lagrangian submanifold) 475
- класс Маслова (Maslov class) 254
- метод Маслова (Maslov method) 149
- цикл и коцикл Маслова (Maslov cycle, Maslov cocycle) 143
- фаза Маслова (Maslov phase) 116
- форма Маслова (Maslov form) 105
- расслоение Маслова (Maslov bundle) 101
- деквантование Маслова (Maslov dequantization) 99
- число Маслова (Maslov number) 93
- квантование Маслова (Maslov quantization) 84
- интеграл Маслова (Maslov integral) 75
- цепочка Гюгонио–Маслова (Hugoniot–Maslov chains) 69
- поправка Маслова (Maslov correction) 55
- сейсмограмма Маслова, Чапмана–Маслова, Кирхгофа–Маслова и др. (Maslov seismogram) 40
- представление Маслова (Maslov representation) 33

Если обратиться в книжный интернет-магазин Amazon.com и запросить книги, в которых используется термин “индекс Маслова”, то появится список более 230 монографий и учебников. Среди них есть книги не только по теории чисел, теории узлов, геометрии, квантовой механике, оптике, математической физике, но и по химии, философии и даже по медицине и по математической экономике. В этом списке есть также шесть книг, касающихся нанотехнологий.

¹⁾См. также термины Maslov gerbe, Maslov grading, Maslov solution, Maslov conjecture, Maslov measure, Feynman–Maslov calculus, Gibbs–Maslov semiring, Maslov homomorphism (semimorphism, morphism), Maslovian Lagrangian surface, которые появились в XXI веке и имеют результаты поиска от 10 до 30.

В целом характеризуя полувекую деятельность академика В. П. Маслова, можно сказать, что в науке он всегда отличался “инакомыслием”. Его работы поначалу кажутся парадоксальными. Поэтому, как правило, они получают признание (а зачастую и переоткрываются) лишь через достаточно большой промежуток времени после их создания.

Основным местом работы Маслова всегда были и остаются учебные заведения – Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова и Московский институт электроники и математики, и эту традицию сочетания преподавательской и научной деятельности продолжили многие его ученики, возглавив кафедры ряда российских вузов, в том числе недавно открытого Факультета нанотехнологий и информатики Московского физико-технического института.

Ю. С. Осипов, президент Российской академии наук

В. А. Садовничий, ректор Московского государственного университета
им. М. В. Ломоносова

Д. В. Быков, ректор Московского государственного института
электроники и математики

Ф. Л. Черноусько, директор Института проблем механики РАН

А. А. Логунов, главный редактор журнала “Теоретическая и математическая
физика”

С. Ю. Доброхотов, заведующий лабораторией механики природных катастроф
ИПМех РАН

М. В. Карасев, заведующий кафедрой прикладной математики МИЭМ