ВАЛЕНТИН ЕВГЕНЬЕВИЧ ВОСКРЕСЕНСКИЙ

Л.М.Беркович[1], В.М.Климкин [2]

Математика — это трудно.
Это дар. С первых лет. От Бога.
Слишком промахи в ней подсудны.
Слишком взыскивает с итога.
Ирина Снегова

Валентин Евгеньевич Воскресенский, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой алгебры и геометрии Самарского государственного университета, родился 6 мая 1927 г. в белорусском местечке Россоны в семье агронома и учительницы.

Интересная и нелегкая судьба выпала на долю этого ученого и неординарного человека. Ко времени начала Великой Отечественной войны он успел окончить

[1]Беркович Лев Мейлихович. Кафедра алгебры и геометрии Самарского государственного университета

[2]Климкин Виктор Михайлович. Кафедра функционального анализа и теории функций Самарского государственного университета

лишь 7 классов. Начавшаяся немецко–фашистская оккупация прервала учебу и тяжело отразилась на судьбе его поколения. Но эти испытания закалили его характер, укрепили волю, не лишили врожденного стремления к знаниям. С 1945 по 1951 гг. он служил в Советской Армии. После демобилизации экстерном сдает экзамены за 8-й и 9-й классы и поступает в 10-й кл. школы рабочей молодежи в г. Куйбышеве (ныне г. Самара). Учительница математики была приятно удивлена, что молодой человек самостоятельно изучил такой сложнейший раздел тогдашней школьной программы, как тригонометрия. После окончания ШРМ, в 1952 г., В.Е.Воскресенский поступает на физико–математический факультет Куйбышевского педагогического института, который успешно заканчивает в 1956 г.

Он выбрал путь математика — дорогу, на которой так много препятствий и так мало лавров, и настойчиво шел к своей цели. Выбор математики как специальности не был случайным. Еще во время службы в армии он приобретает учебники по алгебре Ван дер Вардена и Л.Я.Окунева и книгу П.К.Рашевского по тензорному анализу и римановой геометрии. Естественно, что Валентин Евгеньевич не смог в них тогда разобраться, но удивительно, что, не имея образования, совершенно точно выбрал направление, по которому он двигается всю свою дальнейшую жизнь. Раньше говорили: это перст Божий. Еще будучи студентом, Валентин Евгеньевич участвует в работе семинара, руководимого Борисом Максимовичем Бредихиным. По его же рекомендации он готовится в аспирантуру к профессору Николаю Григорьевичу Чудакову на кафедру алгебры и теории чисел Саратовского университета.

С Саратовским университетом связан очень плодотворный период его деятельности (1958–1979 гг.). Именно здесь он прошел путь от аспиранта до профессора (1973 г.), стал заведующим кафедрой и одним из ведущих специалистов в теории алгебраических групп и бирациональной геометрии.

Как признанного специалиста его пригласили в Куйбышевский (ныне Самарский) университет, где с 1979 г. он возглавляет основанную им кафедру алгебры и геометрии. Это было большое событие как для механико–математического факультета, так и для математической общественности города. Здесь начался новый этап творческой биографии В.Е. Воскресенского.

Но вернемся к годам 1956–1958, годам подготовки к поступлению в аспирантуру.

Н.Г.Чудаков не навязывал будущим аспирантам область своих научных интересов — аналитическую теорию чисел. После окончания второй мировой войны роль алгебры как фундамента современной математики исключительно возросла в силу объективной тенденции к "алгебраизации " математики. Прежде всего это коснулось классической алгебраической геометрии (АГ). Не будет преувеличением сказать, что в те годы "призрак" АГ "бродил" по Европе и Америке. По совету Н.Г.Чудакова Валентин Евгеньевич самостоятельно изучает книги Андре Вейля [3] и Хельмута Хассе [4]. Еще будучи в аспирантуре, Валентин Евгеньевич явился инициатором создания небольшого научного семинара из молодых энтузиастов кафедр алгебры, геометрии, анализа для быстрейшего освоения новейших областей математики. Были изучены книги Чженя [5], Картана и Эйленберга [6], а также статьи Серра [7]. Из этого семинара вышли такие известные математики, как М.Лосик, А.Клячко, Г.Перельмутер,

[3] Weil A. Foundations of Algebraic Geometry, N.Y., 1946.

[4] Helmut Hasse. Zahlentheorie, Berlin, 1949.

[5] Чжень Шэн - Шэнь. Комплексные многообразия, ИЛ, 1961

[6] Cartan H., Eilenberg S. Homological algebra, Princeton, University Press, 1955, имеется русский перевод: Картан А., Эйленберг С. Гомологическая алгебра, ИЛ., 1960.

[7] Ж.П.Серр. Некоторые задачи, связанные с изучением в целом многообразий Штейна. Сб. "Расслоенные пространства и их применения", ИЛ, 1958, Алгебраические когерентные пучки, там же.

Б.Кунявский.

Неизгладимое впечатление на Валентина Евгеньевича оказало участие в 1959 г. в работе математической школы по алгебраической геометрии и гомологической алгебре г. Ужгороде, знакомство с выдающимся математиком Игорем Ростиславовичем Шафаревичем и его талантливым аспирантом Юрием Ивановичем Маниным. Можно сказать, что это окончательно предопределило сферу научных интересов В.Е. Воскресенского.

Авторитет АГ как одной из наиболее фундаментальных и содержательных математических дисциплин в настоящее время настолько велик, что она не нуждается в рекомендациях. Понятия и результаты ее интенсивно используются в теории чисел, дифференциальной топологии, теории групп, теории категорий, функциональном анализе (теория представлений). Ее популярность особенно возросла в связи с недавно найденными новыми приложениями к теории нелинейных дифференциальных уравнений, теоретической физике и теории кодирования.

Но такое положение было не всегда. Возникновение АГ относится к XVIIв̃., когда в геометрию было введено понятие координат. Тем не менее только в середине XIX в. она начала оформляться в самостоятельную науку[8].

Одной из фундаментальных классических проблем АГ является т.н. проблема Люрота – проблема характеризации подполей поля рациональных функций. В 1876 г. Ж.Люрот[9] (см. также Н.Г.Чеботарева [10]) доказал, что всякое подполе поля рациональных функций от одной переменной $k(x)$, содержащее поле k и отличное от k, изоморфно полю $k(x)$ (теорема Люрота). Вопрос о том, верно ли аналогичное утверждение для подполей R поля $k(x_1,\ldots,x_n)$, $R\supset k$, $R\neq k$, $n\geq 2$, известен как **проблема Люрота** (она отмечена в числе нерешенных проблем в обзорном докладе Н.Г.Чеботарева на международном конгрессе математиков в Цюрихе в 1932 г.).

Пусть X – алгебраическое многообразие, являющееся моделью поля R; тогда вложение $R=k(x)\supset k(x_1,\ldots,x_n)$ определяет рациональное отображение $f: P^n\to X$, образ которого плотен в X.

Многообразия, для которых существует такое отображение на них проективного пространства, называются *унирациональными.*

Рациональными называются многообразия, бирационально изоморфные P^n.

На геометрическом языке проблема Люрота может быть сформулирована так: *является ли всякое унирациональное многообразие X рациональным?*

В случае $n=1$ положительное решение проблемы Люрота для любого основного поля k дает сформулированная выше теорема Люрота.

Для $n=2$ и алгебраически замкнутого поля k характеристики 0 проблема положительно решена итальянским математиком Г.Кастельнуово [11] в 1893 г. Для трехмерных многообразий проблема Люрота решается отрицательно, что отмечалось итальянскими математиками еще в начале XX в. Таким образом, проблема Люрота преобразовалась в проблему классификации унирациональных многообразий, содержащую как часть классическую задачу описания полей инвариантов линейных групп преобразований. Область исследований здесь пока безгранична. Однако развитие АГ долгие годы сдерживалось из-за отсутствия подходящего алгебраического аппарата.

К середине XX в. АГ подверглась значительной переработке на теоретико–множественной и аксиоматической основе. Область применения АГ необычайно рас-

[8] Шафаревич И.Р. Основы алгебраической геометрии. Исторический очерк., М.: Наука, 1972.
[9] Lüroth J. Math. Ann. 1876, Bd.9, S.163–165.
[10] Чеботарев Н.Г. Алгебраические функции, М.;Л.: ГИТТЛ, 1948.
[11] G.Castelnuovo //Math. Ann. Bd. 44. 1893.

ширилась в сторону комплексных многообразий и в сторону алгебраических многообразий над произвольными полями. Работами O.Zariski, P.Samuel, C.Chevalley и J.P.Serre были введены в АГ в начале 50–х гг. мощные методы коммутативной алгебры. В конце же 50–х гг. АГ подверглась дальнейшей кардинальной перестройке, предпринятой А.Гротендиком (см., например, [12], а также [13]).

В 1965 г. В.Е. Воскресенский защитил кандидатскую диссертацию на тему: "Когомологии в алгебраических числовых полях" в МИАН СССР им В.А.Стеклова (официальными оппонентами выступали И.Р.Шафаревич и Ю.И.Манин).

Уже в кандидатской диссертации проявились качества, характерные для его стиля: выбор задач, тяготеющих к классической проблематике теории чисел, и использование самых современных методов их решения. Не случайно к этим задачам (вычисление чисел классов алгебраических групп) впоследствии обращались многие математики, в частности школ В.П.Платонова и Т.Оно (T.Ono). Уже в этих первых работах Валентин Евгеньевич применяет подход, типичный для диофантовой геометрии: взгляд на арифметическую задачу с точки зрения геометрических свойств соответствующего алгебраического многообразия, проявляющихся в некоторых инвариантах алгебраического (когомологического) характера. Такой подход оказался особенно эффективным в следующей серии работ В.Е., посвященной арифметике и геометрии алгебраических торов – теме, несомненно, центральной в его математической биографии.

Первый результат в изучении бирациональных свойств алгебраических торов – рациональность всех двумерных торов – помимо применений в теории рациональных поверхностей, оказался важным в контексте исследований по гипотезе Зарисского о рациональности стабильно рациональных многообразий. В.Е.Воскресенским и его учениками получен положительный ответ на этот вопрос для многих классов торов. (Отметим, что проблема до сих пор актуальна: контрпример к гипотезе Зарисского, который обнаружили в 1994 г. Бовиль (Beauville A.), Кольо-Телен (Colliot–Thelene J.-L.), Сансюк (Sansuc J.-J.) и Суиннертон-Дайер (Swinnerton–Dyer), оставляет открытым вопрос о ее справедливости в классе алгебраических групп.) Ставший классическим критерий Воскресенского стабильной рациональности тора сводит задачу к проверке свойств некоторого модуля Галуа, а именно модуля Пикара проективной неособой модели тора. Тем самым трудная бирациональная проблема редуцируется к задаче теории целочисленных представлений. Этот подход получил дальнейшее развитие в цикле работ Эндо (Endo S.)и Мията (Miyata T.), а также Кольо–Телена и Сансюка.

Продолжая исследования алгебраических торов, В.Е.Воскресенский обнаружил красивую точную последовательность, связывающую когомологии модуля Пикара гладкой проективной модели тора T с его арифметическими характеристиками: группой $A(T)$, измеряющей отклонения от слабой аппроксимации в T, и группой Шафаревича-Тэйта $Ш(T)$, измеряющей отклонение от принципа Хассе в главных однородных пространствах тора T. Этот результат, помимо немедленных приложений к классическим арифметическим задачам (типа норменного принципа Хассе), получил дальнейшее развитие в нескольких направлениях. В частности, оказалось верным предположение В.Е. о наличии аналогичной точной последовательности для любой связной алгебраической группы, что было доказано Сансюком. Кроме того, интерпретация этого результата в рамках общей теории препятствий к принципу

[12]Гротендик А. Теория когомологий абстрактных алгебраических многообразий. Международный математический конгресс в Эдинбурге, 1958. М., 1962

[13]Grothendieck A., Dieudonné J. Eléments de géometrie algébrique, 1971.

Хассе и слабой аппроксимации, развитой Кольо-Теленом и Сансюком, показывает, что препятствие Брауэра–Манина, гипотетически являющееся единственным в классе рациональных многообразий, действительно является таковым в классе линейных групп. М. Боровой обобщил этот результат на произвольные (не обязательно главные) однородные пространства связной линейной группы со связным стабилизатором.

Другое яркое применение алгебраических торов к классическим проблемам – работы В.Е. по теории инвариантов конечных абелевых групп. Его интерпретация поля инвариантов такой группы как поля рациональных функций некоторого алгебраического тора позволила ему (независимо от Суона (R.G.Swan)) построить первые контрпримеры к гипотезе Э.Нетер, которую она высказала еще в 1919 г.: будет ли рациональным поле инвариантов конечной группы, действующей перестановками на образующих поля рациональных функций от n переменных ? В случае полной симметрической группы – это известная теорема о симметрических функциях. Оказалось, что в общем случае ответ отрицательный.

Эти результаты легли в основу докторской диссертации В. Е. Воскресенского (МИАН, 1972) "Геометрия линейных алгебраических групп". Оппонентами выступали И.Р.Шафаревич, Ю.И.Манин, А.Н.Андрианов. Ведущей организацией был Институт математики АН Белоруссии.

Они нашли также отражение в уникальной в мировой литературе монографии В.Е.Воскресенского "Алгебраические торы" (М.: Наука, 1977).

Нельзя не отметить изящный результат В.Е., относящийся к исследованию R-эквивалентности на алгебраических группах. Этот полезный бирациональный инвариант, впервые введенный в книге Ю. И. Манина "Кубические формы" (1972) для алгебраических торов, вычислили Кольо-Телен и Сансюк. Для полупростой группы $G = SL(1, A)$ (A-конечномерная полупростая K-алгебра) В.Е. показал, что $G(K)/R$ совпадает с приведенной группой Уайтхеда $SK_1(A)$. Этот результат, демонстрирующий бирациональную природу группы Уайтхеда, пролил новый свет на работы В. П. Платонова по проблеме Танака-Артина. Он также значительно стимулировал работы в данном направлении. Отметим серию работ А. С. Меркурьева по вычислению R-эквивалентности, в частности, построение нового примера нерациональной группы присоединенного типа.

В последние годы В.Е. вернулся к тематике своих первых работ. Его подход к вычислению локальных объемов в формулах типа Зигеля-Тамагавы привел к необходимости построения целочисленных моделей алгебраических торов. Введенные им модели, в отличие от классических моделей Нерона-Рейно, всегда имеют конечный тип. Вычисление редукции таких моделей по простому модулю привело к красивым арифметическим результатам, обобщающим классические индекс-формулы для полей алгебраических чисел.

Научная деятельность В. Е. Воскресенского получила широкое признание математической общественности. Его имя значится в перечне приглашенных докладчиков – на международном математическом конгрессе в Ванкувере (1974), на всесоюзных конференциях по алгебре (1981, 1983, 1985, 1987) и теории чисел (1972, 1974, 1983), на международных конференциях в честь И.М.Виноградова (1971) и памяти Н.Г.Чеботарева (1994), на международных конференциях в Женеве (1991), Барселоне (1995), Триесте (1996).

В течение многих лет, сначала в Саратовском, а затем в Самарском университете, успешно действует организованный им семинар, роль которого в научной жизни неоценима.

В Самаре семинар под его руководством начал работать 20 сентября 1979 г. С тех пор по 20 апреля 1997 г. проведено 422 (!) заседания. Лекции В. Е. Воскресенского, как и его работы, отличаются глубиной, сочетающейся с изящной простотой. Всякий, кто общался с ним, не может не испытать влияние его личности, выходящее за рамки чистой математики. Глубокая порядочность, скромность, доброжелательность и принципиальность Валентина Евгеньевича – бесценные качества для его коллег и учеников.

Среди его непосредственных учеников отметим получивших широкое признание специалистов – А.А.Клячко, а также Б.Э.Кунявского.

Нельзя не отметить и его научную деятельность, носящую общественный характер. Он выступал оппонентом или давал экспертную оценку (писал отзывы ведущей организации) при защите более 50 кандидатских и докторских диссертаций по специальности: математическая логика, алгебра и теория чисел. Отметим лишь авторов докторских диссертаций: В.А.Абрашкин, М.И.Башмаков, Ф.А.Богомолов, Б.Б.Венков, С.В.Востоков, В.А.Исковских, П.И.Кацыло, В.А.Колывагин, Г.А.Маргулис, А.С.Меркурьев, А.Н.Паршин, Д.И.Панюшев, В.Я.Подстригач, А.С.Рапинчук, Р.А.Саркисян, С.Г.Танкеев, Т.С.Тихомиров, Ха Зуй Хоай, М.А.Цфасман, В.И.Янчевский.

И, конечно, ему как нельзя более подходит следующий афоризм: "Самый лучший корректор – это внимательный оппонент".

Образ В.Е.Воскресенского будет неполным, если не учесть широкий круг его интересов, далеко не ограничивающийся математикой. Он большой знаток истории: истории древнего мира и средних веков, новой и новейшей истории, как отечественной, так и зарубежной.

Он перечитал много произведений русской и зарубежной художественной литературы, причем немецкую он читает в подлиннике. Его любимые писатели – Ч.Диккенс, А.Грин и К.Паустовский.

В.Е. большой любитель и ценитель классической симфонической и оперной музыки, хотя не отвергает и хорошую эстрадную музыку. Любимые композиторы: Бетховен, Моцарт, П.И.Чайковский.

Как известно, в настоящее время отечественная наука переживает не лучший период своего развития. Но Валентин Евгеньевич личным примером вдохновляет своих учеников и коллег на неустанную работу и новые достижения. Только за последние годы кафедра АиГ выиграла несколько грантов РФФИ и ГК РФ по ВО. А по линии международного гранта INTAS кафедральная библиотека пополнилась дорогостоящими иностранными книгами по алгебре и алгебраической геометрии.

Научный потенциал и юношеская энергия Валентина Евгеньевича Воскресенского еще далеко не исчерпаны. И мы надеемся, что он претворит в жизнь еще много своих новых замыслов. В этом выпуске вестника публикуются первые две главы его новой монографии: "Бирациональная геометрия и арифметика линейных алгебраических групп". Уже появились желающие видеть эту книгу в английском переводе.

Пожелаем ему крепкого здоровья и новых творческих успехов.

Важнейшие публикации В.Е.Воскресенского

1. Фактор-пространства группы иделей алгебраической группы и когомологии пучков // ДАН СССР. 1963. Т.150:3. С. 459–462.

2. Поведение полупростых алгебраических групп при расширении основного поля // ДАН СССР. 1964. Т.158:4. С. 767–769.

3. О двумерных алгебраических торах //Изв. АН СССР. Сер. матем. 1965. Т.29:1. С. 239–244.

4. О двумерных алгебраических торах, II //Изв. АН СССР. Сер. матем. 1967. Т.31:3. С. 711–716.

5. Группа Пикара линейных алгебраических групп //Исследования по теории чисел. Саратов: Вып. 3, Саратов. ун-та, 1969. С. 7–16.

6. О бирациональной эквивалентности линейных алгебраических групп //ДАН СССР. 1969. Т.188:5. С. 978–981.

7. Бирациональные свойства линейных алгебраических групп //Изв. АН СССР. Сер. матем. 1970. Т. 34:1. С. 3–19.

8. К вопросу о строении поля инвариантов циклической группы автоморфизмов поля $Q(x_1, \dots, x_n)$ //Изв.АН СССР. Сер. матем. 1970. Т. 34:2. С. 366–375.

9. Рациональность некоторых алгебраических торов //Изв. АН СССР. Сер. матем. 1971. Т. 35:5. С. 1037–1046.

10. О слабой аппроксимации в алгебраических группах //Исследования по теории чисел. Саратов: Вып.4, Саратов. ун-та, 1972. С. 3–7.

11. Поля инвариантов абелевых групп // Успехи матем. наук. 1973. Т.28:4. С. 77–102.

12. Геометрия линейных алгебраических групп// Труды МИАН СССР. 1973. Т.132. С. 151–161.

13. Стабильная эквивалентность алгебраических торов. //Изв.АН СССР. Сер. матем. 1974. Т. 38:1. С. 3–10. Замечание к этой работе см.: Изв.АН СССР. Сер. матем. 1977. Т. 41:1.

14. Многообразия, определяемые целочисленными квадратичными формами // Всесоюзная конф. по проблемам аналитической теории чисел. Вильнюс, 1974. С. 56–59.

15. Some questions of the birational geometry of algebraic tori. Proc. Intern. Congress of Math., Vancouver, 1974. V.1. P. 343-347 .

16. О бирациональных инвариантах алгебраических торов // Успехи матем. наук. 1975. Т.30:2. С. 207–208.

17. Николай Григорьевич Чудаков (к 70–летию со дня рождения) (совместно с А.В.Малышевым, Г.И.Перельмутером) // Успехи матем. наук. 1975. Т.30:3. С. 195–197.

18. Проблемы рациональности линейных алгебраических групп // Успехи матем. наук. 1977. Т.32:2. С. 241.

19. Алгебраическая кривая // Математическая энциклопедия (1977). Т.1. С.144–148.

20. Алгебраический тор // Математическая энциклопедия (1977). Т.1. С. 179.

21. Безу теорема // Математическая энциклопедия (1977). Т.1. С. 400–401.

22. Вейерштрасса точка // Математическая энциклопедия (1977). Т.1. С. 619.

23. Гиперэллиптическая кривая // Математическая энциклопедия (1977). Т.1. С. 1010.

24. Главное однородное пространство. Математическая энциклопедия, 1977. Т.1. С. 1015–1016 (совместно с И.В.Долгачевым).

25. О приведенной группе Уайтхеда простой алгебры // Успехи матем. наук, 1977. Т.32:6. С. 247–248.

26. Алгебраические торы. М.: Наука, 1977. С. 224.

27. Вопросы R-эквивалентности полупростых групп. Записки науч. семинар. ЛОМИ АН СССР. 1979. Т. 86. С. 49–65.

28. Проблема Зарисского для алгебраических торов //Вестник МГУ. 1980. Сер. I. N 4. С. 95.

29. О динейных представлениях мультипликативной группы поля. Записки науч. семинар. ЛОМИ АН СССР. 1980. Т.103. С. 48–51.

30. Проективные инвариантные модели Демазюра //Изв.АН СССР. Сер. матем. 1982. Т. 46:2. С. 195–210.

31. Торические многообразия Фано и системы корней //Изв.АН СССР. Сер. матем. 1984. Т. 48:2. С. 237–263 (совместно с А.А.Клячко).

32. Группы классов и числа Тамагавы //Всесоюзная конф. по теории чисел и ее приложениям. Тбилиси, 1985. С. 36–38.

33. Точная параметризация норменных поверхностей // Аддитивные проблемы теории чисел. Куйбышев: КГПИ, 1985. С. 36–38.

34. Максимальные торы без аффекта в полупростых алгебраических группах //Матем. заметки. 1988. Т.44:3. С. 309–318.

35. Проективная группа конечного сепарабельного расширения // Арифметика и геометрия многообразий. Куйбышев: КГУ, 1988. С. 27–43.

36. Вычисление локальных объемов в формуле Зигеля–Тамагавы //Матем. сб. 1989. Т.180:4. С. 443–455.

37. The Arithmetic of Algebraic Groups and of Homogeneous Spaces, Celecta Math. Sov. 1990. 9:1. P. 23-48.

38. Вычисление объемов некоторых классических фундаментальных областей группы целочисленных матриц //Труды МИАН СССР. Л.: Наука, 1990. Т.183. С. 42–50.

39. Адельные группы и формулы Зигеля–Тамагавы //Итоги наука и техники ВИНИТИ. Тематич. обзоры. Т.4. Алгебра–1. 1994.

40. Adele groups and Siegel-Tamagawa formulas, J. Math. Sci. 1995. 73:1, 47-113.

41. Бирациональные инварианты целочисленных представлений //Труды МИ РАН. 1995. Т.208. С. 70–79.

42. Minimal integer models of algebraic tori and their reductions. Journees Arithmetiques, Barselona. 1995.

43. Целые структуры в алгебраических торах //Изв.РАН. Сер. матем. 1995. Т. 59:5. С. 3–18 (совместно с Т.В.Фоминой).

44. Theory of invariants and Galois modules //Proc. Intern. Cent. Chebotarev Conf. on Algebra and Analysis, Kazan, Russia, June 5–11, 1994. Berlin; New York: Walter de Gruyter, 1996. P. 151–157.

45. Birational geometry and arithmetic of algebraic tori, 1996. Trieste, 27 P., preprint.

46. Бирациональная геометрия и арифметика линейных алгебраических групп, I //Вестник СамГУ. 1997. Вып. 2.

Valentin Evgenievich Voskresenskii

L.M Berkovich[14], V.M. Klimkin[15]

The article is devoted to the 70th anniversary of Prof. Dr. V.E.Voskresenskii, the Chief of the Chair of Algebra and Geometry in Samara State University.

[14]Berkovich Lev Meilikhovich. Chair Algebra and Geometry Samara State University
[15]Klimkin Viktor Mikhailovich. Dept. of Mechanics and Mathematics Samara State University