

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Петренко Филиппа Игоревича «Расчет сетчатых оболочек отрицательной гауссовой кривизны с учетом геометрической и физической нелинейностей», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.17 – Строительная механика

Как известно, строительная механика как наука развивается в направлении усложнения моделей, описывающих реальное поведение конструкций с учетом особенностей поведения материалов (физическая нелинейность, ползучесть, длительная прочность и так далее), особенностей программ нагружения, в том числе учета динамического характера нагружения конструкций, причем с учетом изменений расчетной схемы, которые могут произойти в процессе работы сооружения, учета воздействия агрессивной внешней среды и так далее. Еще одно из направлений развития строительной механики – это совершенствование расчетных методов, позволяющих при разумных затратах интеллекта и компьютерного времени получать надежные данные о поведении рассчитываемых конструкций.

Рассматриваемая работа относится к обоим этим направлениям, так как в ней построена математическая модель пологих нелинейно-деформируемых сетчатых оболочек в форме гипара, разработана методика расчета таких оболочек с помощью вариационно-разностного метода с использованием которой проанализировано влияние различных факторов на поведение сетчатых гиперболоидов вращения различной морфологии.

Мы полагаем, что доскональный анализ работы проведут и уважаемые нами оппоненты, и весьма квалифицированная ведущая организация, поэтому перейдем сразу к вопросам и замечаниям.

- 1) Мы бы на месте автора упомянули бы и работы В.Г. Шухова как основоположника создания сетчатых гипаров из прямолинейных элементов и разработки теории их расчета.
- 2) Представляет интерес исследование возможности использования сетчатых гипаров как армирующих элементов в тонкостенных железобетонных конструкциях.
- 3) Почему для исследования были применены именно эти гипары с такими параметрами (именно с такими наклонами образующей).

Полагаем, что диссертационное исследование посвящено актуальной теме, обладает научной новизной и практической

значимостью. Работа соответствует критериям, предъявляемым к кандидатским диссертациям Положением «О порядке присуждения учёных степеней». Считаем, что соискатель Петренко Филипп Игоревич заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата технических наук по научной специальности 05.23.17 – Строительная механика.

Игорь Георгиевич Овчинников
доктор технических наук, профессор, академик РАТ
Заместитель Председателя Поволжского отделения
Российской академии транспорта, профессор кафедры
«Транспортное строительство» Саратовского
государственного технического университета имени Гагарина Ю.А.
410054, г. Саратов, ул. Политехническая 77, корп. 6, каб. 35.
E-mail: bridgesar@mail.ru телефон 89033280380



Илья Игоревич Овчинников
кандидат технических наук, доцент кафедры
«Транспортное строительство» Саратовского
государственного технического университета имени Гагарина Ю.А.,
эксперт Российской академии транспорта
410054, г. Саратов, ул. Политехническая 77, корп. 6, каб. 28.
E-mail: bridgeart@mail.ru телефон 8 9603443236



Подписи И. Г. Овчинникова и И.И. Овчинникова заверяю
Председатель Поволжского отделения
Российской академии транспорта,
доктор технических наук, профессор
410054, г. Саратов, ул. Политехническая 77, корп. 6, каб. 29
E-mail: soni.81@mail.ru телефон 89063069553



ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Петренко Филиппа Игоревича «Расчет сетчатых оболочек отрицательной гауссовой кривизны с учетом геометрической и физической нелинейности», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.17 – Строительная механика.

Сетчатые оболочки отрицательной гауссовой кривизны находят широкое применение в строительстве в качестве несущих конструкций различных сооружений. Надежность и долговечность работы таких конструкций в решающей степени зависит от точности определения их напряженно-деформированного состояния (НДС).

Особенности деформирования сетчатых оболочек требуют совместного учета геометрической и физической нелинейности при анализе НДС такого рода конструкций при различных видах нагружения. В связи с этим, тема диссертационной работы Петренко Ф.И. представляется весьма актуальной и имеет как теоретический, так и практический интерес.

Элементами научной новизны диссертационной работы являются: вывод функционала Лагранжа геометрически нелинейных сетчатых оболочек на основе континуальной модели; методика расчета сетчатых оболочек с использованием метода продолжения решения по параметру; анализ влияния морфологии сетчатого гиперboloида на параметры НДС в линейной и нелинейных постановках.

В работе также изучено влияние граничных условий на особенности деформирования пологих сетчатых гипаров. В качестве инструментов исследования использовались программные комплексы Лира, SCAD, ANSYS. На основе разработанных алгоритмов диссертантом создана компьютерная программа расчета пологих гипаров вариационно-разностным методом.

Судя по автореферату, поставленные цели диссертационной работы соискателем достигнуты. Результаты диссертационной работы достаточно полно опубликованы в 7 научных работах, три из которых входят в перечень ВАК.

Текст автореферата написан технически грамотно, изложение материала представляется логически последовательным.

По автореферату имеются следующие замечания:

1. Из автореферата не ясно, какая теория пластичности была использована при учете физической нелинейности в расчетах сетчатых оболочек.

2. Количество пунктов в заключении можно было бы сократить путем их объединения.

Указанные замечания не снижают положительной оценки диссертационной работы в целом и носят, в основном, рекомендательный характер. Диссертация Петренко Филиппа Игоревича выполнена на достаточно высоком научном уровне и соответствует требованиям ВАК, которые содержатся в «Положении о порядке присуждения ученых степеней», а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.17 – Строительная механика.

Клочков Юрий Васильевич, доктор технических наук (05.23.17 – Строительная механика), профессор, заведующий кафедрой «Высшая математика» ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет», 400002, Волгоград, проспект Университетский 26. Телефон 8(8442) 411324, e-mail: klotchkov@bk.ru

Подпись **Клочкова Юрия Васильевича** заверяю:

Ученый секретарь ФГБОУ ВО «Волгоградский

Государственный аграрный университет»,

к. с.-х. н., доцент

31.08.2017г.



В.В. Титова

Отзыв

на автореферат диссертации Петренко Филиппа Игоревича «Расчет сетчатых оболочек отрицательной Гауссовой кривизны с учетом геометрической и физической нелинейности», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.17- Строительная механика.

Практика применения сетчатых пластин и оболочек непрерывно выдвигает всё новые задачи и требования к надежности расчетов таких конструкций. К числу этих требований относится прежде всего необходимость учета влияния геометрической и физической нелинейности на показатели несущей способности сетчатых пластин и оболочек.

В связи с этим тема диссертации безусловно является актуальной, хотя по ней выполнено и опубликовано большое количество как отдельных работ, так и монографий.

Все исследования в области теории и расчёта сетчатых пластинок и оболочек можно отнести к одному из двух направлений: исследованиям, выполненным на основе континуальной расчетной схемы и исследованиям на основе дискретной расчетной схемы.

Сущность континуальной модели заключается в том, что при малых конечных расстояниях между узлами сетки по сравнению с размерами оболочки или пластинки за расчетную модель для них принимается некоторая сплошная (континуальная) пластинка или оболочка с жесткостными параметрами наиболее адекватно отражающими конструктивные особенности сетки.

Сущность дискретной модели состоит в том, что расстояние между узлами сетчатой пластины или оболочки рассматривается как конечная величина и расчет выполняется методами строительной механики стержневых систем.

Каждая из моделей имеет свои преимущества и недостатки. Все они достаточно полно рассмотрены в наших монографиях и статьях, а также в статьях и диссертациях наших аспирантов и докторантов (В.А. Андропова, Г.И. Беликова В.М. Меланича, Г.А. Наумовой и др.) и их последователей.

Развиваясь параллельно, обе эти модели и основанные на них методы расчета взаимно дополняют и расширяют возможности друг друга. Так, например, в наших расчетах была реализована идея конечных элементов в виде стержневых пластинок, плит или оболочек и разработаны с использованием функций дискретного аргумента алгоритмы построения

матриц жесткости и матриц откликов таких элементов. Соответствующий вариант МКЭ был назван нами методом дискретных конечных элементов. На его основе решен в линейной, геометрически и физически нелинейной постановке ряд задач расчета стержневых пластинок, плит и оболочек. (В.А. Андронов, В.А. Андропова, О.В. Гуров, В.М. Меланич и др.).

Исследование диссертанта Петренко Ф.И. выполнено на основе континуальной расчетной схемы в варианте, теория которого наиболее полно разработана и изложена в монографиях Г.И. Пшеничнова и И.И. Беликова. Основным достоинством представленного в автореферате исследования несомненно является построение математической модели пологих нелинейно деформируемых сетчатых оболочек в форме гипаров, разработка на её основе методики расчета и реализующего эту методику программного обеспечения.

Решенные диссертантом задачи и анализ полученных результатов также представляют несомненную научную новизну и практическую значимость.

Достоверность полученных диссертантом результатов и обоснованность выводов не вызывает сомнений.

Следует отметить также хорошее владение диссертантом современными математическими методами, а также ясность и грамотность изложения в автореферате результатов выполненного исследования.

Вместе с тем по работе имеются замечания и пожелания, которые рекомендую учесть в дальнейших исследованиях диссертанта.

1. При построении физических соотношений на основе континуальной модели сетчатой оболочки, состоящей из одного или двух семейств ребер, возникает необходимость учета изменения жесткостных параметров в зависимости от высоты расположения её условных кольцевых сечений. Из рис. 3 и 8 в автореферате видно, что одно и то же количество ребер (материала) распределяется по окружностям разных диаметров. Из текста автореферата не видно, что эта особенность учтена в математической модели.

2. При численном расчете рассматриваемых оболочек по МКЭ должны использоваться соответствующие им по геометрии конечные элементы с такой же кривизной и переменностью жесткостных параметров. В тексте автореферата эта особенность не отражена. Есть лишь упоминание об использовании BK ANSYSRelease 14.5.

3. На стр.19 автореферата отмечается, что в диссертации «Исследовано поведение сетчатых оболочек при выключении из работы отдельных наиболее нагруженных стержневых элементов конструкции». Не объяснено, как это удалось сделать в рамках континуальной расчетной модели. От этого зависит степень достоверности получаемого решения.

В целом же работа выполнена на высоком научном уровне и соответствует критериям уровня кандидатских диссертаций, а сам диссертант- Петренко Филипп Игоревич заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.17-Строительная механика.

Зав. кафедрой «Строительная
механика» Волгоградского
государственного технического
университета,
Заслуженный деятель науки и техники
РСФСР, профессор,
доктор технических наук

(научная специальность 05.23.17)

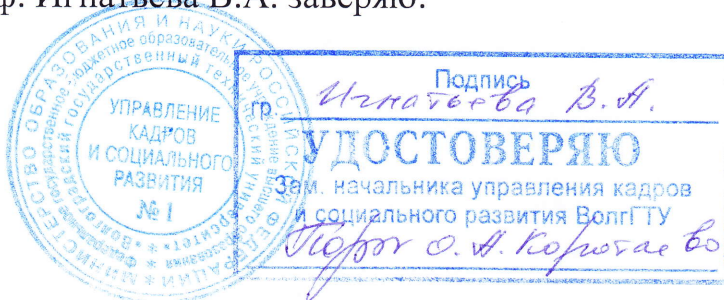
Дом. Адрес:400066 Волгоград, 66
Аллея Героев 5, к.11.

Игнатьев Владимир Александрович
тел. 8-909-388-77-77.



[Игнатьев В.А.]

Подпись проф. Игнатьева В.А. заверяю:



ОТЗЫВ

на автореферат диссертации ПЕТРЕНКО Филиппа Игоревича «Расчет сетчатых оболочек отрицательной Гауссовой кривизны с учетом геометрической и физической нелинейности», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальностям 05.23.17 – Строительная механика.

Работа посвящена актуальной проблеме расчета сетчатых оболочек отрицательной Гауссовой кривизны с учетом геометрической и физической нелинейности.

Автором разработана методика расчета сетчатых гипаров в геометрически нелинейной постановке с использованием метода продолжения решения по параметру.

Изучено влияние морфологии сетчатого гиперboloида вращения на параметры НДС, устойчивость, частоты и формы свободных колебаний в линейной постановке, а также с учетом геометрической и физической нелинейности.

Решены задачи структурной устойчивости сетчатых гиперboloидов вращения с различными видами каркасов при выключении из работы отдельных элементов в статической постановке.

Считаю, что по научной новизне, актуальности темы, научному уровню и практическим результатам, диссертационная работа Петренко Ф.И. соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор достоин присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальностям 05.23.15 – Строительная механика.

Каюмов Рашит Абдулхакович
доктор физико-математических наук, профессор,
профессор кафедры Механика Казанского государственного
архитектурно-строительного университета
420043, Казань, ул.Зеленая, 1, КГАСУ
8(843) 510-47-23
kayumov@rambler.ru



« 7 » сентября 2017г.

СОБСТВЕННОРУЧНУЮ ПОДПИСЬ
ТОВ. 
УДОСТОВЕРЯЮ.
Отдел делопроизводства
Казанского государственного
архитектурно-строительного
университета



ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Петренко Филиппа Игоревича на тему:
«Расчет сетчатых оболочек отрицательной гауссовой кривизны с учетом
геометрической и физической нелинейности», представленной на соискание
ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.17 –
строительная механика.

Представленная к рассмотрению диссертационная работа выполнена на актуальную и значимую тему, которая касается разработки численной методики расчета и анализа устойчивости нелинейно деформируемых сетчатых оболочек в форме гиперболического параболоида (гипара) и гиперболоида вращения. Развитие методик численного исследования напряженно-деформированного состояния (НДС) и устойчивости сетчатых оболочек отрицательной гауссовой кривизны является востребованным в современной практике инженерных расчетов. Количество и разнообразие оболочечных конструкций, применяемых в строительстве, а также перечень воздействий, которым они могут подвергаться во время эксплуатации, непрерывно расширяется. Этот факт определяет безусловную актуальность выбора темы представленной диссертации.

Научная новизна диссертации заключается в разработке эффективных численных методик анализа НДС и устойчивости гибких сетчатых оболочек в форме гипара. Кроме того, научной новизной обладают представленные в диссертации результаты проведенного с помощью BK ANSYS Release 14.5 численного анализа устойчивости и свободных колебаний нелинейно деформируемых сетчатых оболочек в форме гиперболоида вращения, построенного из образующих различных форм, с учетом геометрической и физической нелинейности.

Практическую ценность диссертационной работы представляет разработанное программное обеспечение, входящее в состав пакетного продукта, на основе созданной методики и численных процедур анализа устойчивости нелинейно деформируемых пологих сетчатых гипаров с использованием вариационно-разностного метода и метода продолжения решения по параметру.

По автореферату диссертации имеются следующие замечания:

- по тексту автореферата не ясно, по какому алгоритму вычисляются компоненты вектора градиента и элементы матрицы Гессе в процедуре решения нелинейной задачи с помощью вариационно-разностного метода;
- в автореферате не указано, какой алгоритм решения нелинейной задачи с построением кривых равновесных состояний применялся при расчете сетчатых гиперболоидов вращения с помощью BK ANSYS.

Указанные замечания не снижают в целом положительной оценки представленной диссертации. Работа Петренко Ф.И. является законченным научным исследованием и удовлетворяет требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.17 – строительная механика.

Заведующий лабораторией тонкостенных
и пространственных конструкций
НИИЖБ им. А.А.Гвоздева АО «НИЦ «Строительство»,
Почетный строитель России, канд. техн. наук

Б.С.Соколов

Подпись Соколова Бориса Александровича

Главный специалист по кадрам



ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Петренко Ф.И. на тему:

«Расчет сетчатых оболочек отрицательной гауссовой кривизны с учетом геометрической и физической нелинейности», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.17 – Строительная механика

Сетчатые оболочки отрицательной гауссовой кривизны, а именно в форме гиперboloидов вращения и гиперболических параболоидов широко используются в строительстве и архитектуре, в связи с чем, задача изучения их формообразующих аспектов, развития и совершенствования методов их расчета является достаточно актуальной.

Научная новизна диссертационной работы состоит в построении варианта функционала Лагранжа на основе континуальной модели, разработке методики расчёта пологих сетчатых гипаров в геометрически-нелинейной постановке, а также комплексном изучении формообразующего аспекта сетчатого однополостного гиперboloида. Исследование морфологии последнего заключается в рассмотрении влияния различных форм указанной оболочки и её образующей на его прочностные характеристики.

Практическая значимость диссертации заключается в том, что разработанные алгоритмы могут быть использованы для расчета в геометрически-нелинейной постановке сетчатых конструкций в форме пологого гипара с различным шагом образующих, позволяют получить кривую равновесных состояний, учитывая влияние геометрических и физических параметров. Выявленные закономерности влияния формы образующей и самой оболочки позволяют выявить наилучший вариант сетчатого однополостного гиперboloида в практической деятельности проектирования.

По работе имеется следующее замечание: приведенная в автореферате формула (2) дает лишь каноническую формулу гиперболы, хотя и зависимую от переменной, влияющей на форму образующей. Лучшим вариантом было бы представить параметрическое уравнение, позволяющее получить конкретные уравнения каждой образующей гиперboloида из всего семейства, используемого в каркасе. Указанное замечание не снижает научной значимости диссертационной работы в целом и носит в основном рекомендательный характер.

Оценивая по автореферату диссертационную работу в целом можно сделать вывод, что по объему, содержанию, элементам новизны и практической значимости результатов она отвечает требованиям п. 9 «Положения о присуждении научных степеней», утвержденного Правительством РФ от 24 сентября 2013 №842, предъявляемым ВАК к кандидатским диссертациям, а ее автор, Петренко Филипп Игоревич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.17- Строительная механика.

Миргородский Андрей Валерьевич,
кандидат технических наук,
главный специалист ООО «ПИ АРЕНА».

Адрес места работы: 101000, г. Москва, ул. Мясницкая, д. 46/2
строение 3.

Тел.: +7 (495) 641-23-17.

E-mail: mirav77@gmail.com

Специальность ВАК, по которой защищена диссертация,
05.23.17 – Строительная механика.



А.В. Миргородский

Восхищен работой
ООО «ПИ АРЕНА»
А.Н. БАРАНОВА
Тел.: 206.112

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Петренко Ф.И. на тему: «Расчет сетчатых оболочек отрицательной гауссовой кривизны с учетом геометрической и физической нелинейности», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности
05.23.17 – Строительная механика

Тема диссертационной работы посвящена исследованию сетчатых оболочек отрицательной гауссовой кривизны. В частности проводится изучение морфологии однополостного гиперboloида вращения и методики расчёта сетчатого пологого гипара, что является актуальной научной задачей. Влияние криволинейных образующих однополостного гиперboloида на его прочностные характеристики изучено мало, в отличие от прямолинейных. При этом использование оболочек в каркасах несущих конструкций современных зданий подразумевает использование наилучших решений по показателям экономичности и несущей способности. Расчёт оболочек в нелинейной постановке также вызывает особый интерес. Предложена методика расчёта с учётом геометрической нелинейности сетчатой оболочки в форме пологого гиперболического параболоида с использованием метода продолжения решения по параметру.

Результаты, полученные автором, несомненно, являются новыми – исследования влияния геометрии образующей на напряженно-деформированное состояние и устойчивость однополостного гиперboloида вращения, а также исследование влияния закрепления пологого гипара на форму потери устойчивости по индивидуально разработанному алгоритму произведены впервые.

Практическая ценность работы заключается в том, что предложенный программный алгоритм может использоваться для отдельных практических расчетов сетчатых гипров. Автором получено свидетельство на разработанный программный комплекс, что вносит определённый вклад в практическую реализацию полученных в диссертации результатов.

В качестве замечаний можно отметить следующее:

- 1) в автореферате не указан метод задания ветровых нагрузок при расчёте моделей сетчатых гиперboloидов;
- 2) не представлено сравнение найденных значений критических сил в различных постановках;
- 3) на представленном графике на рис. 5 в автореферате не указаны единица измерения и не определено условное обозначение ординаты.

Приведенные замечания не снижают ценности выполненного исследования.

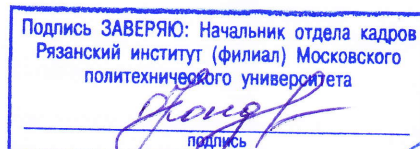
В целом диссертация является законченной научной-исследовательской работой, содержащей научно обоснованное решение поставленной задачи. По объему, содержанию, элементам новизны и практической значимости результатов она отвечает требованиям п.9 «Положения о присуждении научных степеней», утвержденного Правительством РФ от 24 сентября 2013 № 842, предъявляемым ВАК к кандидатским диссертациям, а ее автор, Петренко Филипп Игоревич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.17- Строительная механика.

Рудомин Евгений Николаевич,
кандидат технических наук (специальности:
05.14.09 – гидравлика и инженерная гидрология,
05.23.07 - гидротехнические сооружения), доцент,
доцент кафедры «Промышленное и гражданское
строительство», Рязанский институт (филиал)
федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего
образования «Московский политехнический
университет».

Адрес места работы: г. Рязань, ул. Право-
Лыбедская, д. 26/53, 390000
Тел.: +7 (905) 693-73-34.
E-mail: Lion_9.rzn@mail.ru



Е.Н. Рудомин



ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Петренко Ф.И. на тему:

«Расчет сетчатых оболочек отрицательной гауссовой кривизны с учетом геометрической и физической нелинейности», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.17 – Строительная механика

Тема исследования сетчатых оболочек, представленная в автореферате диссертации, несомненно, имеет определенную актуальность в современной практике строительного проектирования. Ведущая свое начало с конца девятнадцатого - начала двадцатого столетия, идея применения сетчатых конструкций получила распространение в современных архитектурных стилях и используется ведущими архитекторами и проектными бюро.

В диссертации рассматривается два важных вопроса, а именно методика расчёта сетчатых оболочек в геометрически нелинейной постановке и формообразующий аспект в качестве составляющей прочностных параметров оболочек отрицательной гауссовой кривизны. Каждый из вопросов рассматривается соответственно при расчетах гиперболического параболоида и гиперboloида вращения. Развитие программных средств расчёта оказывает большое влияние на практическое применение таких сложных пространственных конструкций, как сетчатые оболочки. При этом изучение влияния угла наклона и форм образующих на прочностные характеристики таких конструкций позволяют выявить их наиболее экономичные варианты для дальнейшей реализации в виде полученного архитектурно-конструктивного решения.

Созданная методика расчёта пологого гипара определяет новизну работы, а разработанное программное средство, защищённое авторским правом, определяет практическое значение работы. Новизной обладает также и исследование формообразующих аспектов гиперboloида вращения. Подобные исследования проводились и ранее, однако они ограничивались в основном линейной постановкой задачи. Результаты расчетов получены автором с использованием современных программных комплексов не только в линейной, но и в нелинейной постановках.

По тексту автореферата имеется замечание:

не указан способ приложения ветровых нагрузок на каркас сетчатого гиперboloида и передачи воздействий на его элементы. В частности, не ясно, являются ли предметом ветрового воздействия непосредственно элементы каркаса или нагрузка собиралась с некоторой континуальной оболочки и уже с неё передавалась на элементы.

В целом диссертация является законченной научно-квалификационной работой, содержащей научно обоснованное решение поставленной задачи. Автор работы, Петренко Филипп Игоревич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.17- Строительная механика.

Михайлов Андрей Вадимович,
кандидат технических наук,
Генеральный директор ООО «СтройИнженер - Проект»
129226, г. Москва, ул. Сельскохозяйственная, д.17, к.2.,
Тел.: +7 (910) 438-56-23
E-mail: mav@stinproject.ru



А.В. Михайлов