**ПРОТОКОЛ**

**экспериментального исследования по пункту № Б.6.1**

Программы и методики экспериментальных исследований

№ 643.02066434.00010-01 51 01

№ *\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_* 2013 г.

**1. Объект испытания:** Программная подсистема проведения масштабируемых вычислений в задачах многоуровневого моделирования процессов деформирования и разрушения полимерных нанокомпозитов gcdfes\_dll\_MultiscaleSolver, разработанная в рамках распределенной вычислительной системы GCD*.*

**2. Цель испытания:** проверка соответствия объекта испытания требованиям пунктов №7.3, 7.5 технического задания:

7.3 Программная документация, отражающая экспериментальную реализацию разработанных решений в составе:

а) на каждый программный компонент:

1) текст программы в соответствии с ГОСТ 19.401-78;

2) описание программы в соответствии с ГОСТ 19.402-78;

б) на программную реализацию в целом:

1) описание применения в соответствии с ГОСТ 19.502-78.

7.5 Допускается выполнять программную документацию в части оформления с учетом требований ГОСТ 2.125-2008.

**3. Дата начала испытания**: первое июня 2013 г.

**4. Дата окончания испытания**: тридцать первое августа 2013 г.

**5. Место проведения испытания:** МГТУ им. Н.Э. Баумана, НОЦ «Симплекс».

**6. Результаты испытания**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование  параметра | Ед. изм. | Номера пунктов | | Требования к параметру | | Измеренное значение | | |
| Программы испытаний | Методик испытаний | Номинальное значение | Предельное откло-нение | Нормальные условия | Во время  воздействия | После воздействия |
| Проверяется соответствие ПД комплектности, приведенной в п. Б.1.3.2Программы, и качества ПД – требованиям ЕСПД. | 0 – не соответствует,  1 – соответствует | Б.4.1 | Б.6.1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |

**7. Замечания и рекомендации**

Замечаний и рекомендаций нет.

**8. Выводы**

8.1 Объект испытания «Программная подсистема проведения масштабируемых вычислений в задачах многоуровневого моделирования процессов деформирования и разрушения полимерных нанокомпозитов gcdfes\_dll\_MultiscaleSolver, разработанная в рамках распределенной вычислительной системы GCD»**,** ***выдержал***испытание по пункту № Б.6.1 Программы и методики экспериментальных исследований (643.02066434.00010-01 51 01).

8.2 Объект испытания«Программная подсистема проведения масштабируемых вычислений в задачах многоуровневого моделирования процессов деформирования и разрушения полимерных нанокомпозитов gcdfes\_dll\_MultiscaleSolver, разработанная в рамках распределенной вычислительной системы GCD»**,** ***соответствует*** требованиям пунктам №7.3, 7.5технического задания.

**Испытание проводили**

зам. директора А.П. Соколов

мл. науч. сотр. А.В. Мариненко

ст.науч.сотр. Ю.В. Шпакова

Техник Х.Ю. Балабанова

Техник К.В. Михайловский

Техник А.С. Строганов

Техник В.М. Макаренков

Техник А.С. Шевцов

Техник А.С. Сапелкин

Техник И.Р. Юсипов

Техник В.Н. Щетинин

**ПРОТОКОЛ**

**экспериментального исследования по пункту № Б.6.2**

Программы и методики экспериментальных исследований

№ 643.02066434.00010-01 51 01

№ *\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_* 2013 г.

**1. Объект испытания:** Программная подсистема проведения масштабируемых вычислений в задачах многоуровневого моделирования процессов деформирования и разрушения полимерных нанокомпозитов gcdfes\_dll\_MultiscaleSolver, разработанная в рамках распределенной вычислительной системы GCD*.*

**2. Цель испытания:** проверка соответствия объекта испытания требованиям пункта №5.1.8 а) технического задания: для экспериментальной проверки результатов теоретических исследований должны быть:

а) создана программная реализация разработанных алгоритмов масштабируемых вычислений в задачах многоуровневого моделирования процессов деформирования и разрушения полимерных нанокомпозитов, содержащих асимметричные включения (короткие волокна, многостенные трубки или пластинчатые включения), основанных на методе многоуровневой иерархически-вложенной гомогенизации квазирегулярных структур от нано- до макро- уровня без сплошного сеточного покрытия.

**3. Дата начала испытания**: первое июня 2013 г.

**4. Дата окончания испытания**: тридцать первое августа 2013 г.

**5. Место проведения испытания:** МГТУ им. Н.Э. Баумана, НОЦ «Симплекс».

**6. Результаты испытания**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование  параметра | Ед. изм. | Номера пунктов | | Требования к параметру | | Измеренное значение | | |
| Программы испытаний | Методик испытаний | Номинальное значение | Предельное откло-нение | Нормальные условия | Во время  воздействия | После воздействия |
| Проверяется соответствие комплектности программной подсистемы требованиям, приведенным в п. Б.1.3.1 Программы и ПД | 0 – не соответствует,  1 – соответствует | Б.4.2 | Б.6.2 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |

**7. Замечания и рекомендации**

Замечаний и рекомендаций нет.

**8. Выводы**

8.1 Объект испытания «Программная подсистема проведения масштабируемых вычислений в задачах многоуровневого моделирования процессов деформирования и разрушения полимерных нанокомпозитов gcdfes\_dll\_MultiscaleSolver, разработанная в рамках распределенной вычислительной системы GCD»**,** ***выдержал*** испытание по пункту № Б.6.2 Программы и методики экспериментальных исследований (643.02066434.00010-01 51 01).

8.2 Объект испытания«Программная подсистема проведения масштабируемых вычислений в задачах многоуровневого моделирования процессов деформирования и разрушения полимерных нанокомпозитов gcdfes\_dll\_MultiscaleSolver, разработанная в рамках распределенной вычислительной системы GCD»**,** ***соответствует***требованиям пункту № 5.1.8 а)технического задания.

**Испытание проводили**

зам. директора А.П. Соколов

мл. науч. сотр. А.В. Мариненко

ст.науч.сотр. Ю.В. Шпакова

Техник Х.Ю. Балабанова

Техник К.В. Михайловский

Техник А.С. Строганов

Техник В.М. Макаренков

Техник А.С. Шевцов

Техник А.С. Сапелкин

Техник И.Р. Юсипов

Техник В.Н. Щетинин

**ПРОТОКОЛ**

**экспериментального исследования по пункту № Б.6.3**

Программы и методики экспериментальных исследований

№ 643.02066434.00010-01 51 01

№ *\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_* 2013 г.

**1. Объект испытания:** Программная подсистема проведения масштабируемых вычислений в задачах многоуровневого моделирования процессов деформирования и разрушения полимерных нанокомпозитов gcdfes\_dll\_MultiscaleSolver, разработанная в рамках распределенной вычислительной системы GCD*.*

**2. Цель испытания:** проверка соответствия объекта испытания требованиям пункта № 5.1.11 технического задания: в ходе экспериментальных исследований должно быть продемонстрировано соответствие результатов теоретических исследований и разработанных программных алгоритмов требованиям настоящего технического задания, в том числе должны быть проверены:

а) возможность проведения многоуровневых вычислений, объединяющих молекулярный и мезоуровни;

б) получение результатов моделирования деформирования и разрушения полимерных нанокомпозитов, содержащих асимметричные включения (короткие волокна, многостенные трубки или пластинчатые включения);

в) получение результатов использования технологий GCD, реализующей алгоритмы многоуровневой иерархически-вложенной гомогенизации квази-регулярных структур от нано- до макро-уровня, и не требующих сплошного сеточного покрытия расчетных областей структурного уровня;

г) возможности моделирования многоуровневых структур реальных полимерных материалов, включая морфологические особенности формирования надмолекулярной и мезо-структуры материалов.

**3. Дата начала испытания**: первое июня 2013 г.

**4. Дата окончания испытания**: тридцать первое августа 2013 г.

**5. Место проведения испытания:** МГТУ им. Н.Э. Баумана, НОЦ «Симплекс».

**6. Результаты испытания**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование  параметра | Ед. изм. | Номера пунктов | | Требования к параметру | | Измеренное значение | | |
| Программы испытаний | Методик испытаний | Номинальное значение | Предельное отклонение | Нормальные условия | Во время  воздействия | После воздействия |
| аварийное завершение работы программы и/или нештатное зацикливание вне зависимости от корректности исходных данных (несогласованность единиц измерения в исходных данных) | 0 - наблюдается  1 - не наблюдается | Б.4.4.1 | Б.6.3 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| Наименование  параметра | Ед. изм. | Номера пунктов | | Требования к параметру | | Измеренное значение | | |
| Программы испытаний | Методик испытаний | Номинальное значение | Предельное отклонение | Нормальные условия | Во время  воздействия | После воздействия |
| наличие необработанной ситуации при поданных некорректных исходных данных (неверно поданы свойства материалов – заданы отрицательные значения) | 0 - наблюдается  1 - не наблюдается | Б.4.4.1 | Б.6.3 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| наличие необработанной ситуации при поданных корректных исходных данных (несоответствие типа КЭ в используемой КЭ сетке и в вычислительном алгоритме) | 0 - наблюдается  1 - не наблюдается | Б.4.4.1 | Б.6.3 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |

**7. Замечания и рекомендации**

Замечаний и рекомендаций нет.

**8. Выводы**

8.1 Объект испытания «Программная подсистема проведения масштабируемых вычислений в задачах многоуровневого моделирования процессов деформирования и разрушения полимерных нанокомпозитов gcdfes\_dll\_MultiscaleSolver, разработанная в рамках распределенной вычислительной системы GCD»**,** ***выдержал***испытание по пункту № Б.6.3 Программы и методики экспериментальных исследований (643.02066434.00010-01 51 01).

8.2 Объект испытания«Программная подсистема проведения масштабируемых вычислений в задачах многоуровневого моделирования процессов деформирования и разрушения полимерных нанокомпозитов gcdfes\_dll\_MultiscaleSolver, разработанная в рамках распределенной вычислительной системы GCD»**, *соответствует*** требованиям пункта № 5.1.11технического задания.

**Испытание проводили**

зам. директора А.П. Соколов

мл. науч. сотр. А.В. Мариненко

ст.науч.сотр. Ю.В. Шпакова

Техник Х.Ю. Балабанова

Техник К.В. Михайловский

Техник А.С. Строганов

Техник В.М. Макаренков

Техник А.С. Шевцов

Техник А.С. Сапелкин

Техник И.Р. Юсипов

Техник В.Н. Щетинин

**ПРОТОКОЛ**

**экспериментального исследования по пункту № Б.6.4**

Программы и методики экспериментальных исследований

№ 643.02066434.00010-01 51 01

№ *\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_* 2013 г.

**1. Объект испытания:** Программная подсистема проведения масштабируемых вычислений в задачах многоуровневого моделирования процессов деформирования и разрушения полимерных нанокомпозитов gcdfes\_dll\_MultiscaleSolver, разработанная в рамках распределенной вычислительной системы GCD*.*

**2. Цель испытания:** проверка соответствия объекта испытания требованиям пунктов № 6.3.1, 9.1.1 технического задания:

6.3.1 требования к математическим и имитационным моделям.

9.1.1 технико-экономические требования к результатам НИР.

**3. Дата начала испытания**: первое июня 2013 г.

**4. Дата окончания испытания**: тридцать первое августа 2013 г.

**5. Место проведения испытания:** МГТУ им. Н.Э. Баумана, НОЦ «Симплекс».

**6. Результаты испытания**

| Наименование  параметра | Ед. изм. | Номера пунктов | | Требования к параметру | | Измеренное  значение | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Программы испытаний | Методик испытаний | Номинальное значение | Предельное откло-нение | Нормальные условия | Во время  воздействия | После воздействия |
| невозможность осуществить расчет с использованием программной подсистемы для многоуровневой модели композита с числом структурных уровней 10 | 0 - наблюдается отказ  1 - не наблюдается отказ | Б.4.4.2 | Б.6.4 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| невозможность осуществить расчет с использованием программной подсистемы полного комплекса компонент тензора модулей упругости с учетом возможной произвольной анизотропии материала на макроуровне, в количестве 21 компоненты | 0 - наблюдается отказ  1 - не наблюдается отказ | Б.4.4.2 | Б.6.4 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| невозможность осуществить расчет с использованием программной подсистемы в 6-тимерном пространстве напряжений на макро-уровне нелинейных диаграмм деформирования материала с учетом повреждаемости (микроразрушения), при режимах: простого одноосного нагружения и многоосного нагружения (гидростатическое давление – трехосное сжатие) | 0 - наблюдается отказ  1 - не наблюдается отказ | Б.4.4.2 | Б.6.4 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| невозможность осуществить расчет с использованием программной подсистемы в 6-тимерном пространстве напряжений: микроразрушения полимерных нанокомпозитов и предельного состояния (макро-прочности), при режимах: простого одноосного нагружения и многоосного нагружения (гидростатическое давление – трехосное сжатие) | 0 - наблюдается отказ  1 - не наблюдается отказ | Б.4.4.2 | Б.6.4 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| отсутствие различия при проведении моделирования процессов разрушения полимерных композиционных материалов с использованием программной подсистемы при растяжении и сжатии (выявление наличия допущения об инверсии прочности) | 0 - наблюдается отказ  1 - не наблюдается отказ | Б.4.4.2 | Б.6.4 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| отсутствие качественного совпадения (рассчитывается относительная погрешность) значений компонент тензора модулей упругости и технических упругих констант модели однонаправленно-армированных нанокомпозитов, рассчитанных с использованием программной подсистемы, при сравнении с эталонными значениями получаемыми с помощью модели Победри-Молькова для однонаправленно-армированных композитов | %  (относительная погрешность) | Б.4.4.2 | Б.6.4 | 5 | 3 | 3 | 4 | 3 |
| превышение погрешности порога в 1% между значениями компонент тензора модулей упругости и техническими упругими константами модели композита, рассчитанными с использованием программной подсистемы, и требуемыми значениями | %  (относительная погрешность) | Б.4.4.2 | Б.6.4 | 0,8 | 0,2 | 1 | 1 | 1 |
| невозможность обеспечить графическое представление результатов расчета с использованием программной подсистемы - пространственного распределения микромеханических полей на мезоуровне | 0 – нет возможности,  1 - возможность есть | Б.4.4.2 | Б.6.4 | 1 | 0 | 1 | - | - |
| невозможность представления результатов моделирования микромеханических полей на мезоуровне с количеством 3D конечных элементов до 10 000 000 | Ед. в миллионах (количество КЭ) | Б.4.4.2 | Б.6.4 | 8 | 2 | 10 | 10 | - |
| сокращение общего времени на проведение расчета свойств композиционных материалов за счет использования программной подсистемы менее чем в 5 раз при использовании технологии OpenMP при задействовании многопроцессорной техники с общей памятью (Приложение Б п.Б.3,Б.4 ПМЭИ) | Ед.  (количество раз) | Б.4.4.2 | Б.6.4 | 3 | 2 | 3 | 5 | - |
| невозможность осуществить расчет с использованием программной подсистемы для расчетной модели с числом конечных элементов в конечно-элементной аппроксимации более 10 миллионов конечных элементов (для 1-го масштабного уровня) и до 12 миллионов элементов | Ед. в миллионах (количество КЭ) | Б.4.4.2 | Б.6.4 | 10 | 2 | 3 | 12 | - |
| невозможность построить модель полимерного нанокомпозита с числом различных масштабных структурных уровней более 5 в программной подсистеме и до 10 | Ед. (количество структурных уровней) | Б.4.4.2 | Б.6.4 | 3 | 2 | 3 | 10 | - |
| превышение относительной погрешности порога 1.0E-5 при численном решении СЛАУ большой размерности (не менее 10 млн. уравнений), возникающей при решении локальной задачи микромеханики композитов методом гомогенизации, реализованном в программной подсистеме при ограничении по времени счета в 5 часов при использовании оборудования начального уровня согласно Приложение Б ПМЭИ | час  (время счета) | Б.4.4.2 | Б.6.4 | 3 | 2 | 4 | 5 | 4 |
| превышение времени решения одной локальной линеаризованной задачи для 1-го структурного уровня для сетки с числом конечных элементов не менее 10 млн. порога в 1 час при использовании оборудования начального уровня согласно ПМЭИ | мин. | Б.4.4.2 | Б.6.4 | 45 | 15 | 45 | 60 | 45 |

**7. Замечания и рекомендации**

Замечаний и рекомендаций нет.

**8. Выводы**

8.1 Объект испытания «Программная подсистема проведения масштабируемых вычислений в задачах многоуровневого моделирования процессов деформирования и разрушения полимерных нанокомпозитов gcdfes\_dll\_MultiscaleSolver, разработанная в рамках распределенной вычислительной системы GCD»**,** ***выдержал***испытание по пункту № Б.6.4 Программы и методики экспериментальных исследований (643.02066434.00010-01 51 01).

8.2 Объект испытания«Программная подсистема проведения масштабируемых вычислений в задачах многоуровневого моделирования процессов деформирования и разрушения полимерных нанокомпозитов gcdfes\_dll\_MultiscaleSolver, разработанная в рамках распределенной вычислительной системы GCD»**, *соответствует*** требованиям пунктов № 6.3.1., 9.1.1технического задания.

**Испытание проводили**

зам. директора А.П. Соколов

мл. науч. сотр. А.В. Мариненко

ст.науч.сотр. Ю.В. Шпакова

Техник Х.Ю. Балабанова

Техник К.В. Михайловский

Техник А.С. Строганов

Техник В.М. Макаренков

Техник А.С. Шевцов

Техник А.С. Сапелкин

Техник И.Р. Юсипов

Техник В.Н. Щетинин

**ПРОТОКОЛ**

**экспериментального исследования по пункту № Б.6.5**

Программы и методики экспериментальных исследований

№ 643.02066434.00010-01 51 01

№ *\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_* 2013 г.

**1. Объект испытания:** Программная подсистема проведения масштабируемых вычислений в задачах многоуровневого моделирования процессов деформирования и разрушения полимерных нанокомпозитов gcdfes\_dll\_MultiscaleSolver, разработанная в рамках распределенной вычислительной системы GCD*.*

**2. Цель испытания:** проверка соответствия объекта испытания требованиям пунктов № 6.1, 6.2 технического задания:

6.1 Требования по назначению научно-технических результатов.

6.2 Требования к показателям назначения, техническим характеристикам научно-технических результатов НИР.

**3. Дата начала испытания**: первое июня 2013 г.

**4. Дата окончания испытания**: тридцать первое августа 2013 г.

**5. Место проведения испытания:** МГТУ им. Н.Э. Баумана, НОЦ «Симплекс».

**6. Результаты испытания**

| Наименование  параметра | Ед. изм. | Номера пунктов | | Требования к параметру | | Измеренное значение | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Программы испытаний | Методик испытаний | Номинальное значение | Предельное откло-нение | Нормальные условия | Во время  воздействия | После воздействия |
| невозможность проведения численного эксперимента на высокопроизводительных многопроцессорных вычислительных системах (должно быть задействовано оборудование: п.Б.4 Приложения Б ПМЭИ) | 0 - наблюдается,  1 - не наблюдается | Б.4.7 | Б.6.5 | 1 | 0 | 1 | - | - |
| невозможность проведения численного эксперимента на системах начального уровнях (персональных компьютерах, поддерживающих технологию CUDA) | 0 - наблюдается,  1 - не наблюдается | Б.4.7 | Б.6.5 | 1 | 0 | 1 | - | - |
| невозможность проведения численного эксперимента на высокопроизводительных многопроцессорных вычислительных системах по моделированию процессов деформирования и разрушения полимерных нанокомпозитов, содержащих асимметричные включения (короткие волокна, многостенные трубки или пластинчатые включения), на основе разработанной технологии GCD для многопроцессорных вычислительных систем | 0 - наблюдается отказ  1 - не наблюдается отказ | Б.4.4.2 | Б.6.4 | 1 | 0 | 1 | - | - |
| отсутствие в программной подсистеме реализации метода многоуровневой иерархически-вложенной гомогенизации квазирегулярных полимерных структур от нано- до макро- уровня, учитывающего сложные морфологические структуры моделей реальных наноструктурированных материалов | 0 - метод не реализован,  1- метод реализован | Б.4.7 | Б.6.5 | 1 | 0 | 1 | - | - |
| отсутствие в программной подсистеме реализации алгоритмов многоуровневого моделирования деформационно-прочностных свойств нанокомпозитов | 0 - отсутствует,  1 - реализация присутствует | Б.4.7 | Б.6.5 | 1 | 0 | 1 | - | - |
| отсутствие в программной подсистеме реализации метода и алгоритмов многоуровневой иерархически-вложенной гомогенизации (МИГ) | 0 - метод не реализован,  1- метод реализован | Б.4.7 | Б.6.5 | 1 | 0 | 1 | - | - |

**7. Замечания и рекомендации**

Замечаний и рекомендаций нет.

**8. Выводы**

8.1 Объект испытания «Программная подсистема проведения масштабируемых вычислений в задачах многоуровневого моделирования процессов деформирования и разрушения полимерных нанокомпозитов gcdfes\_dll\_MultiscaleSolver, разработанная в рамках распределенной вычислительной системы GCD»**,** ***выдержал***испытание по пункту № Б.6.5 Программы и методики экспериментальных исследований (643.02066434.00010-01 51 01).

8.2 Объект испытания«Программная подсистема проведения масштабируемых вычислений в задачах многоуровневого моделирования процессов деформирования и разрушения полимерных нанокомпозитов gcdfes\_dll\_MultiscaleSolver, разработанная в рамках распределенной вычислительной системы GCD»**, *соответствует*** требованиям пунктов № 6.1, 6.2технического задания.

**Испытание проводили**

зам. директора А.П. Соколов

мл. науч. сотр. А.В. Мариненко

ст.науч.сотр. Ю.В. Шпакова

Техник Х.Ю. Балабанова

Техник К.В. Михайловский

Техник А.С. Строганов

Техник В.М. Макаренков

Техник А.С. Шевцов

Техник А.С. Сапелкин

Техник И.Р. Юсипов

Техник В.Н. Щетинин

**ПРОТОКОЛ**

**экспериментального исследования по пункту № Б.6.6**

Программы и методики экспериментальных исследований

№ 643.02066434.00010-01 51 01

№ *\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_* 2013 г.

**1. Объект испытания:** Программная подсистема проведения масштабируемых вычислений в задачах многоуровневого моделирования процессов деформирования и разрушения полимерных нанокомпозитов gcdfes\_dll\_MultiscaleSolver, разработанная в рамках распределенной вычислительной системы GCD*.*

**2. Цель испытания:** проверка соответствия объекта испытания требованиям пункта № 6.3.2.1 технического задания: создаваемая программная реализация метода и алгоритмов многоуровневой иерархически-вложенной гомогенизации квазирегулярных полимерных структур от нано- до макро- уровня должна осуществлять:

1) проведение расчетов полимерных композитов, как на вычислительных системах начального уровня производительности (ПК с поддержкой технологий распараллеливания на GPU), так и на высокопроизводительных вычислительных комплексах с поддержкой технологий MPI, OpenMP, CUDA;

2) возможность проведение молекулярно-динамических расчетов на системах до 1000000 атомов и моделирования микромеханических полей на мезоуровне с количеством 3D конечных элементов до 10000000;

3) графическое представление рассматриваемых систем, пространственного распределения смещений на молекулярном уровне и микромеханических полей на мезоуровне;

поддержку основных стандартов представления молекулярных структур (форматы pdb, mol и т.д.) и файлов для графического отображения микромеханических полей и структуры материала на мезоуровне (формат VTK);

4) поддержку форматов представления исходных данных постановок вычислительных задач поиска эффективных характеристик исследуемых композиционных материалов системы GCD (.tsk, .bc, .sld, .ini);

5) поддержку форматов представления математических моделей и используемых численных методов, обеспечивающих проведение расчета в системе GCD (.xdbt).

**3. Дата начала испытания**: первое июня 2013 г.

**4. Дата окончания испытания**: тридцать первое августа 2013 г.

**5. Место проведения испытания:** МГТУ им. Н.Э. Баумана, НОЦ «Симплекс».

**6. Результаты испытания**

| Наименование  параметра | Ед. изм. | Номера пунктов | | Требования к параметру | | Измеренное значение | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Программы испытаний | Методик испытаний | Номинальное значение | Предельное откло-нение | Нормальные условия | Во время  воздействия | После воздействия |
| невозможность осуществить расчет с использованием программной подсистемы методом многоуровневой иерархически-вложенной гомогенизации полимерных структур на вычислительных системах начального уровня производительности  (должно быть задействовано оборудование: п.Б.2, Приложения Б ПМЭИ)) | 0 – нет возможности,  1 - возможность есть | Б.4.8 | Б.6.6 | 1 | 0 | 1 | - | - |
| невозможность осуществить расчет с использованием программной подсистемы методом многоуровневой иерархически-вложенной гомогенизации полимерных структур на высокопроизводительных вычислительных комплексах (должно быть задействовано оборудование: п.Б.3 или п.Б.4, Приложения Б ПМЭИ)) | 0 – нет возможности,  1 - возможность есть | Б.4.8 | Б.6.6 | 1 | 0 | 1 | - | - |
| невозможность осуществить расчет с использованием программной подсистемы на системах до 1 000 000 атомов (для молекулярно-динамических расчетов) | 0 – нет возможности,  1 - возможность есть | Б.4.8 | Б.6.6 | 1 | 0 | 1 | - | - |
| невозможность осуществить расчет с использованием программной подсистемы моделирования микромеханических полей на мезоуровне с количеством 3D конечных элементов до 10 000 000 (для конечно-элементных расчетов) | 0 – нет возможности,  1 - возможность есть | Б.4.8 | Б.6.6 | 1 | 0 | 1 | - | - |
| отсутствие поддержки в программной подсистеме основных форматов представления результатов моделирования (MV, RDB, csv) | 0-поддержка отсутствует,  1 - поддержка есть | Б.4.8 | Б.6.6 | 1 | 0 | 1 | - | - |
| отсутствие поддержки в программной подсистеме форматов представления постановок задач (TSK) | 0-поддержка отсутствует,  1 - поддержка есть | Б.4.8 | Б.6.6 | 1 | 0 | 1 | - | - |
| отсутствие поддержки в программной подсистеме форматов представления математических моделей и используемых численных методов (XDBT) | 0-поддержка отсутствует,  1 - поддержка есть | Б.4.8 | Б.6.6 | 1 | 0 | 1 | - | - |

**7. Замечания и рекомендации**

Замечаний и рекомендаций нет.

**8. Выводы**

8.1 Объект испытания «Программная подсистема проведения масштабируемых вычислений в задачах многоуровневого моделирования процессов деформирования и разрушения полимерных нанокомпозитов gcdfes\_dll\_MultiscaleSolver, разработанная в рамках распределенной вычислительной системы GCD»**,** ***выдержал***испытание по пункту № Б.6.6 Программы и методики экспериментальных исследований (643.02066434.00010-01 51 01).

8.2 Объект испытания«Программная подсистема проведения масштабируемых вычислений в задачах многоуровневого моделирования процессов деформирования и разрушения полимерных нанокомпозитов gcdfes\_dll\_MultiscaleSolver, разработанная в рамках распределенной вычислительной системы GCD»**, *соответствует*** требованиям пункта № 6.3.2.1технического задания.

**Испытание проводили**

зам. директора А.П. Соколов

мл. науч. сотр. А.В. Мариненко

ст.науч.сотр. Ю.В. Шпакова

Техник Х.Ю. Балабанова

Техник К.В. Михайловский

Техник А.С. Строганов

Техник В.М. Макаренков

Техник А.С. Шевцов

Техник А.С. Сапелкин

Техник И.Р. Юсипов

Техник В.Н. Щетинин

**ПРОТОКОЛ**

**экспериментального исследования по пункту № Б.6.7**

Программы и методики экспериментальных исследований

№ 643.02066434.00010-01 51 01

№ *\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_* 2013 г.

**1. Объект испытания:** Программная подсистема проведения масштабируемых вычислений в задачах многоуровневого моделирования процессов деформирования и разрушения полимерных нанокомпозитов gcdfes\_dll\_MultiscaleSolver, разработанная в рамках распределенной вычислительной системы GCD*.*

**2. Цель испытания:** проверка соответствия объекта испытания требованиям пункта № 6.3.2.2 технического задания: программная реализация разработанных вычислительных алгоритмов должна:

1) быть построена с применением технологий ведения разработки в распределенной вычислительной системе GCD.

2) включать в себя реализации численных схем созданных математических моделей;

3)иметь возможность функционировать на суперкомпьютерах с общей памятью;

4) быть выполнена на языке C/C++ с применением стандартных библиотек: STL, Boost;

5) иметь модульную структуру:

а) каждый модуль должен быть оформлен в виде автоматически подключаемой библиотеки позднего связывания в соответствии с технологиями ведения разработки системы GCD на базе специализированных шаблонов (VSP, VLB);

б) состав модулей должен быть определен на этапе выбора направления исследований и теоретических исследований поставленных перед НИР задач.

**3. Дата начала испытания**: первое июня 2013 г.

**4. Дата окончания испытания**: тридцать первое августа 2013 г.

**5. Место проведения испытания:** МГТУ им. Н.Э. Баумана, НОЦ «Симплекс».

**6. Результаты испытания**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование  параметра | Ед. изм. | Номера пунктов | | Требования к параметру | | Измеренное значение | | |
| Программы испытаний | Методик испытаний | Номинальное значение | Предельное откло-нение | Нормальные условия | Во время  воздействия | После воздействия |
| невозможность автоматической интеграции в РВС GCD испытуемой программной подсистемы | 0 - интеграция невозможна,  1 – интеграция возможна | Б.4.9 | Б.6.7 | 1 | 0 | 1 | - | - |
| Наименование  параметра | Ед. изм. | Номера пунктов | | Требования к параметру | | Измеренное значение | | |
| Программы испытаний | Методик испытаний | Номинальное значение | Предельное откло-нение | Нормальные условия | Во время  воздействия | После воздействия |
| невозможность осуществить расчет с использованием программной подсистемы на суперкомпьютере с общей памятью (должно быть задействовано оборудование: п.Б.3 или п.Б.4, Приложения Б ПМЭИ) | 0 - невозможность,  1-возможность | Б.4.9 | Б.6.7 | 1 | 0 | 1 | - | - |
| выявление зависимости исходного текста программной подсистемы от сторонних библиотек кроме STL, Boost и/или реализации отдельных компонент или всей программной подсистемы на языке программирования отличном от С++ | 0 - зависимость выявлена,  1 - зависимость не выявлена | Б.4.9 | Б.6.7 | 1 | 0 | 1 | - | - |

**7. Замечания и рекомендации**

Замечаний и рекомендаций нет.

**8. Выводы**

8.1 Объект испытания «Программная подсистема проведения масштабируемых вычислений в задачах многоуровневого моделирования процессов деформирования и разрушения полимерных нанокомпозитов gcdfes\_dll\_MultiscaleSolver, разработанная в рамках распределенной вычислительной системы GCD»**,** ***выдержал***испытание по пункту № Б.6.7 Программы и методики экспериментальных исследований (643.02066434.00010-01 51 01).

8.2 Объект испытания«Программная подсистема проведения масштабируемых вычислений в задачах многоуровневого моделирования процессов деформирования и разрушения полимерных нанокомпозитов gcdfes\_dll\_MultiscaleSolver, разработанная в рамках распределенной вычислительной системы GCD»**, *соответствует*** требованиям пункта № 6.3.2.2технического задания.

**Испытание проводили**

зам. директора А.П. Соколов

мл. науч. сотр. А.В. Мариненко

ст.науч.сотр. Ю.В. Шпакова

Техник Х.Ю. Балабанова

Техник К.В. Михайловский

Техник А.С. Строганов

Техник В.М. Макаренков

Техник А.С. Шевцов

Техник А.С. Сапелкин

Техник И.Р. Юсипов

Техник В.Н. Щетинин