МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное

образовательное учреждение высшего образования

«Тульский государственный университет»

Институт горного дела и строительства

Кафедра «Строительство, строительные материалы и конструкции»

|  |
| --- |
| Утверждено на заседании кафедры  «Строительство, строительные материалы и конструкции»  «\_22\_» \_\_января\_\_ 2024 г., протокол №\_5\_ |
| Заведующий кафедрой  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_А.А. Трещев |

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**«Научная деятельность,  
направленная на подготовку диссертации к защите»**

**основной профессиональной образовательной программы**

**высшего** **образования – программ подготовки научно-педагогических**

**кадров в аспирантуре**

по направлению подготовки

**2.1 Строительство и архитектура**

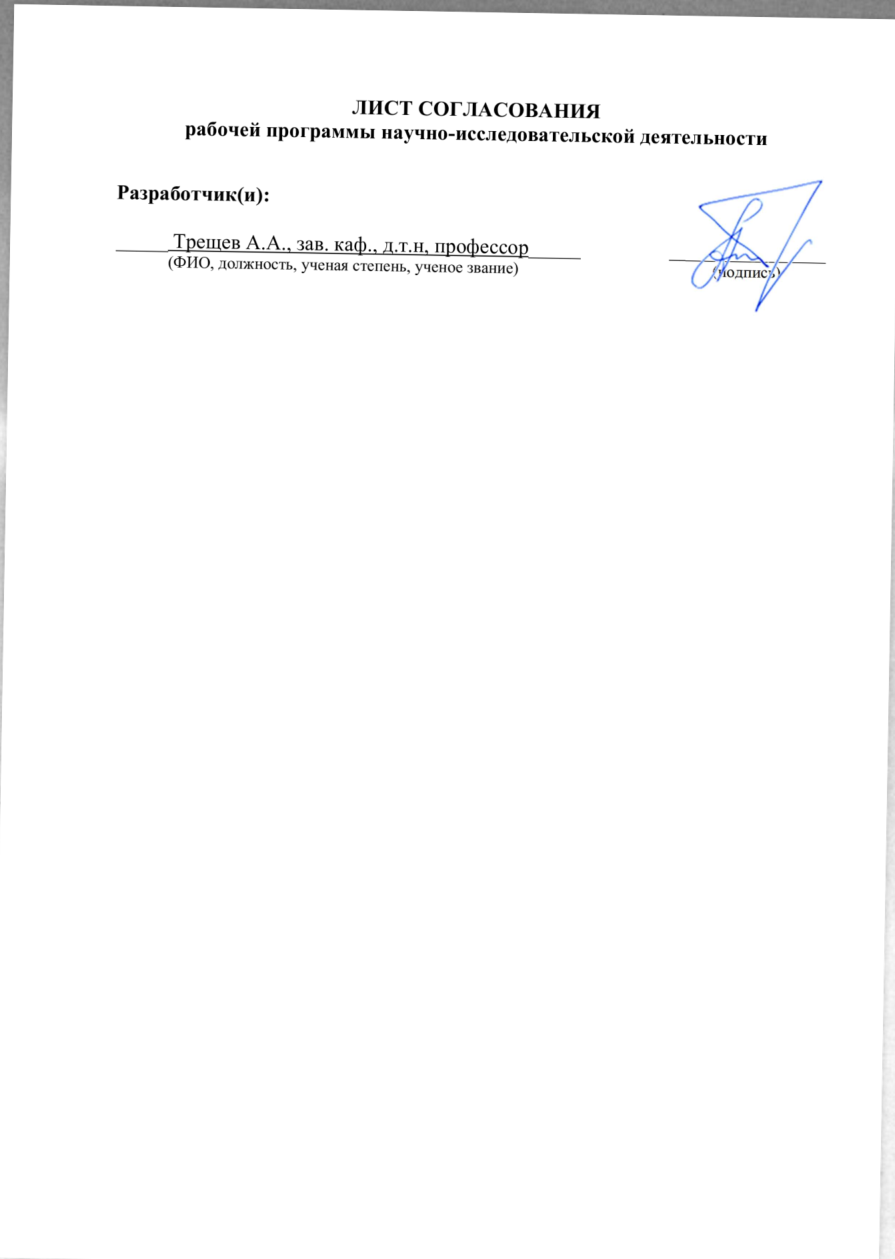
с направленностью (профилем)

**Строительная механика**

Форма(ы) обучения: очная

Идентификационный номер образовательной программы: 2.1.9-03-24

Тула 202 год

**ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ**

**рабочей программы научно-исследовательской деятельности**



**Разработчик(и):**

\_\_\_\_\_ Трещев А.А., зав. каф., д.т.н, профессор\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание) (подпись)

**1 Цель и задачи научно-исследовательской деятельности (НИД)**

**Целью** научно-исследовательской деятельности является организация научно-исследовательской работы аспиранта, направленной на подготовку кандидатской диссертации.

**Задачами** научно-исследовательской деятельности являются:

* изучение основных тенденций в развитии научных исследований в направлении подготовки;
* приобретение навыков самостоятельного проведения научно-исследовательской работы и работы в научно-исследовательском коллективе;
* освоение приемов представления результатов исследований

**2 Вид, тип научно-исследовательской деятельности, способы и формы ее проведения**

Тип НИД - самостоятельная научно-исследовательская деятельность с консультациями у научного руководителя.

Способ проведения НИД – стационарная

Форма (формы) проведения НИД – дискретно - путем выделения в календарном учебном графике непрерывного периода учебного времени для проведения каждого вида (совокупности видов) НИД

**3****Перечень планируемых результатов обучения при НИД, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Перечень планируемых результатов обучения при НИД, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы (формируемыми компетенциями), установленными в общей характеристике основной профессиональной образовательной программы, приведён ниже.

Знать:

* основные тенденции в развитии научных исследований в направлении подготовки (ОПК-1, ПК-2, ПК-3);
* методы математического, имитационного и информационного моделирования для решения научных и прикладных задач (ОПК-1, ПК-2, ПК-4);

Уметь:

* строить формальные модели задач из области направления подготовки (ПК-2, ПК-4);
* самостоятельно проводить научные исследования и получать новые научные результаты (ОПК-1, ПК-2, ПК-3);

Владеть:

* навыками работы в научном коллективе (ОПК-1);
* современными программными и аппаратными средствами информационных технологий для выполнения научных исследований (ПК-3).

Полные наименования компетенций представлены в общей характеристике основной профессиональной образовательной программы.

**4 Место НИД в структуре образовательной программы**

НИД относится к вариативной части основной профессиональной образовательной программы.

НИД проводится в 1,2,3,4,5 и 6 семестрах.

**5 Объем НИД в зачетных единицах и ее продолжительность в неделях либо в академических часах**

*\* Если предусмотрено основной профессиональной образовательной программой*

| **Номер семестра** | **Формы промежуточной аттестации** | **Общий объем в зачетных единицах** | **Продолжи- тельность** | | **Объем контактной работы в академических часах** | | **Объем иных форм образовательной деятельности в академических часах** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **в неделях** | **в академи-ческих часах** | **Работа с руководителем НИД от университета** | **Промежуточная аттестация** |
| Очная форма обучения | | | | | | | |
| 1 | ДЗ | 26 | ДПП | 936 | 9,75 | 0,25 | 926 |
| 2 | ДЗ | 22 | ДПП | 792 | 9,75 | 0,25 | 782 |
| 3 | ДЗ | 12 | ДПП | 432 | 9,75 | 0,25 | 422 |
| 4 | ДЗ | 24 | ДПП | 864 | 9,75 | 0,25 | 854 |
| 5 | ДЗ | 27 | 18 | 972 | 8,75 | 0,25 | 963 |
| 6 | ДЗ | 30 | 20 | 1080 | 9,75 | 0,25 | 1070 |

*\* Если предусмотрено основной профессиональной образовательной программой*

Условные сокращения: ДЗ – дифференцированный зачет (зачет с оценкой); ДПП – НИД проводится дискретно по периодам проведения - путем чередования в календарном учебном графике периодов учебного времени для проведения НИД с периодами учебного времени для проведения теоретических занятий, продолжительность НИД исчисляется только в академических часах.

К иным формам образовательной деятельности при прохождении НИД относятся:

* Выполнение индивидуального задания;
* Составление отчёта по НИД;
* Написание научной статьи
* Подготовка к выступлению на научном семинаре

**6 Структура и содержание НИД**

Обучающиеся в период НИД выполняют индивидуальные задания, предусмотренные рабочей программой НИД, соблюдают правила внутреннего распорядка организации, на базе которой проводится НИД, соблюдают требования охраны труда и пожарной безопасности.

Содержание НИД:

1. Патентно-библиографический обзор. Сбор и реферирование научной литературы, позволяющей определить цели и задачи выполнения. Формулируются тема НИР, цели, задачи, перспективы исследования. Определяется актуальность и научная новизна работы.

2. Разработка плана теоретического и экспериментального исследования. Совместно с научным руководителем проводится работа по определению структуры работы.

3. Разработка математической модели, основных уравнений и соотношений для анализа исследуемого процесса.

4. Теоретические исследования влияния различных параметров на напряженно-деформированное состояние, силовые режимы, предельные возможности формоизменения исследуемых операций.

5 Сбор и подготовка научных материалов, написание статей.

**Этапы (периоды) НИД**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№** | **Этапы (периоды) проведения НИД** | **Виды работ** |
| 1 | Организационный | Проведение организационного собрания. Инструктаж по технике безопасности. Разработка индивидуального задания. |
| 2 | Основной | Выполнение индивидуального задания. |
| 3 | Заключительный | Составление отчёта по НИД. Защита отчёта по НИД (дифференцированный зачет). |

**Примеры индивидуальных заданий (Первый семестр)**

**Задание 1.** Ознакомление с проблемой исследования. Изучение литературы по проблеме исследования.

**Задание 2.** Составление обзора по теме исследования.

**Задание 3.** Выполнить обзор современного состояния теории и технологии вытяжки деталей полуторовой формы из листовой заготовки.

**Задание 4.** Сформулировать основные гипотезы механики деформируемого твердого тела.

**Задание 5.** Знать основные принципы механики деформируемого твердого тела.

**Примеры индивидуальных заданий (семестр 2)**

**Задание 1.** Описание существующих подходов к решению задач рассматриваемого класса.

**Задание 2.** Описание существующих подходов к решению задач рассматриваемого класса.

**Задание 3.** Знать концепции «черного ящика», «серого ящика», «прозрачного ящика» и их влияние на экспериментальные исследования объекта.

**Задание 4.** Описание алгоритма выбранного метода решения задачи.

**Задание 5.** Сформулированы основные гипотезы, конкретизирующие вид состояния/движения рассматриваемых объектов ( систем) механики деформируемого твердого тела.

**Примеры индивидуальных заданий (семестр 3)**

***Задание 1.*** Сформулировать гипотезы относительно геометрии деформируемых тел (конкретные модели тел), условий закрепления*.*

***Задание 2.*** Выбор уместных систем отсчета для описания состояния /движения рассматриваемых систем*.*

***Задание 3.*** Сформулировать уравнения движения (равновесия) для конкретных видов рассматриваемых объектов механики в выбранной системе координат и с учетом принятых фундаментальных принципов*.*

***Задание 4.*** Оценить ограничения используемого метода решений и соотнесены с диапазоном изменения искомых характеристик состояния/движения объекта механики*.*

***Задание 5.*** Выбрать подход для генерации программных кодов численной модели (пакеты MathCad, MathLab, Mapple, языки высокого уровня Cи, Pascal)*.*

**Примеры индивидуальных заданий (семестр 4)**

**Задание 1.** Выделить факторы, определяющие точность используемого метода.

**Задание 2.** Сформулировать предположения относительно учета физической и геометрической нелинейности рассматриваемых объектов.

**Задание 3.** Сформулировать физические соотношения, отражающие особенности поведения используемых материалов.

**Задание 4.** Сформулировать граничные и начальные условия для объектов рассматриваемой задачи.

**Задание 5.** Получить систему разрешающих уравнений для описания состояния/движения механических объектов.

**Примеры индивидуальных заданий (семестр 5)**

**Задание 1.** Сформулировать алгоритм выбранного метода решения задачи

**Задание 2.** Представить код численной модели, реализующей решение.

**Задание 3.** Провести тестирование численной модели.

**Задание 4.** Обосновать сформулированные физические соотношения для описания особенностей поведения используемых материалов.

**Задание 5**. Получитьинтерпретацию результатов, полученных при моделировании состояния/движения механических объектов с учетом допущений принятых при построении математической модели.

**Примеры индивидуальных заданий (семестр 6)**

**Задание 1.** Оценить корректность принципов и гипотезы, необходимых для выбора конкретного метода решения рассматриваемой задачи.

**Задание 2.** Оценить влияние алгоритма выбранного метода решения задачи на эффективность исследования с использованием математической модели (точность, затраты ресурсов).

**Задание 3.** Оценить возможности и ограничения выбранного подхода для генерации программных кодов численной модели.

**Задание 4.** Сравнитьрезультаты тестирования численной модели с экспериментальными данными.

**Задание 5.** Предложитьвозможности совершенствования численной модели.

Индивидуальные задания согласовываются с научным руководителем обучающегося и должны соответствовать тематике выпускной квалификационной работы.

**7 Формы отчетности по НИД**

Промежуточная аттестация обучающегося по НИД проводится в форме дифференцированного зачета (зачета с оценкой), в ходе которого осуществляется защита обучающимся отчета по НИД. Шкала соответствия оценок в стобалльной и академической системах оценивания результатов обучения при НИД представлена ниже.

| **Система оценивания**  **результатов обучения** | **Оценки** | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Стобалльная система оценивания | 0 – 39 | 40 – 60 | 61 – 80 | 81 – 100 |
| Академическая система оценивания  (дифференцированный зачет) | Неудовлетворительно | Удовлетворительно | Хорошо | Отлично |

**Требования к отчёту по НИД**

По окончании НИД обучающийся должен представить отчет о проделанной работе по программе НИД в соответствии с индивидуальным заданием. Отчет по НИД объемом, как правило, до 20 страниц печатается на листах формата А4 на одной стороне листа с оставлением полей: по левому краю (для подшивки) - 30 мм, по правому - 15 мм, по верхнему и нижнему краям - по 20 мм. Отчет может содержать рисунки, таблицы, схемы, формулы и т.д., способствующие более полному раскрытию поставленной задачи. Примерная структура отчета включает в себя титульный лист, оглавление, основную часть, которая может состоять из нескольких разделов, заключение, библиографический список, приложения. Отчет по НИД визируются научным руководителем обучающегося, что подтверждает соответствие представленного материала выданному заданию и тематике выпускной квалификационной работы.

**8 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по НИД**

Ниже приведен перечень контрольных вопросов и (или) заданий, которые могут быть предложены обучающемуся в рамках защиты отчета по НИД. Они позволяют оценить достижение обучающимся планируемых результатов обучения при прохождении НИД и сформированность компетенций, указанных в разделе 3.

**Перечень контрольных вопросов и (или) заданий**

1. В каком случае материальные координаты точек сплошной среды не изменяются? (код компетенции – ОПК-1*).*
2. Каким образом связаны начальные положения пространственной и материальной системы отсчета? (код компетенции – ПК-2, ПК-4*).*
3. Какому требованию должен удовлетворять закон движения сплошной среды? (код компетенции – ОПК-1, ПК-2).
4. Как изменяются координатные линии материальной системы при движении среды? (код компетенции – ОПК-1, ПК-2, ПК-4)
5. Какой кинематический смысл имеет запись закона движения сплошной среды в форме Эйлера? (код компетенции – ПК-2, ПК-4)
6. Как изменяются базисные векторы локального материального базиса, если в начальный момент этот базис декартов? (код компетенции – ПК-2, ПК-4)
7. Как задается поле скоростей сплошной среды при Лагранжевом описании? (код компетенции – ПК-2, ПК-4)
8. Сглаживание экспериментальных зависимостей по методу наименьших квадратов. (код компетенции – ПК-5)
9. Датчики как типовые динамические звенья экспериментальной установки. Динамические характеристики датчиков? (код компетенции – ПК-5)
10. Генерация программных кодов численной модели (пакеты MathCad, MathLab, Mapple, языки высокого уровня Cи, Pascal) (код компетенции – ПК-3)

**9 Описание материально-технической базы, необходимой для проведения НИД**

Для проведения НИД требуется:

- учебная аудитория, оснащенная видеопроектором, настенным экраном.

- компьютерный класс с выходом в сеть «Интернет» и установленным лицензионным программным обеспечением.

**10 Перечень учебной литературы и ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для НИД**

**Основная литература**

1. [Зубчанинов, В. Г.](http://library.tsu.tula.ru/cgi-bin/zgate.exe?ACTION=follow&SESSION_ID=6284&TERM=%D0%97%D1%83%D0%B1%D1%87%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%BD%D0%BE%D0%B2,%20%D0%92.%20%D0%93.%5B1,1004,4,101%5D&LANG=rus) Механика процессов пластических сред / В. Г. Зубчанинов. — М. : Физматлит, 2010 .— 352 с : ил. — 100-летию выдающегося русского ученого-механика Алексея Антоновича Ильюшина посвящается.
2. [Кожаринова, Л. В.](http://library.tsu.tula.ru/cgi-bin/zgate.exe?ACTION=follow&SESSION_ID=6284&TERM=%D0%9A%D0%BE%D0%B6%D0%B0%D1%80%D0%B8%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B0,%20%D0%9B.%20%D0%92.%5B1,1004,4,101%5D&LANG=rus) Основы теории упругости и пластичности: учеб. пособие / Л. В. Кожаринова .— М. : АСВ, 2010 .— 136 с. : ил.
3. [Маркин, А. А](http://library.tsu.tula.ru/cgi-bin/zgate.exe?ACTION=follow&SESSION_ID=9528&TERM=%D0%9C%D0%B0%D1%80%D0%BA%D0%B8%D0%BD,%20%D0%90%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%81%D0%B5%D0%B9%20%D0%90%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%81%D0%B0%D0%BD%D0%B4%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%87%5B1,1004,4,101%5D&LANG=rus). Термомеханические модели обратимого конечного деформирования / А. А. Маркин, М. Ю. Соколова ; ТулГУ .— Тула : Изд-во ТулГУ, 2010 .— 268 с. : ил.
4. [Маркин, А. А](http://library.tsu.tula.ru/cgi-bin/zgate.exe?ACTION=follow&SESSION_ID=10232&TERM=%D0%9C%D0%B0%D1%80%D0%BA%D0%B8%D0%BD,%20%D0%90%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%81%D0%B5%D0%B9%20%D0%90%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%81%D0%B0%D0%BD%D0%B4%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%87%5B1,1004,4,101%5D&LANG=rus). Термомеханика упругопластического деформирования / А. А. Маркин, М. Ю. Соколова .— Москва : Физматлит, 2013 .— 320 с. : ил.

**Дополнительная литература**

1. Алфутов Н.А. Основы расчета на устойчивость упругих систем. – 2-е изд., перераб и доп. / Н.А.Алфутов. – М.: Машиностроение, 1991. – 334 с.
2. Ашкенази, Е.К. Анизотропия машиностроительных материалов / Е.К. Ашкенази. – Л.: Машиностроение, 1969. – 111 с. (3 экз.)
3. Ашкенази, Е.К. Анизотропия конструкционных материалов: Справочник: 2-е изд., перераб. и доп. / Е.К. Ашкенази, Э.В. Ганов. – Л.: Машиностроение, 1980. – 247 с. (4 экз.)
4. Белл, Дж.Ф. Экспериментальные основы механики деформируемых твердых тел. Часть II. Конечные деформации / Дж.Ф. Белл. – М.: Наука, 1984. – 431 с.
5. Ильюшин, А.А. Механика сплошной среды: Учебник для университетов / А.А.Ильюшин. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: МГУ, 1978. – 287 с. (39 экз.)
6. Ландау Л.Д. Теоретическая физика: Учеб.пособие: В 10 т. Т.VI. Гидродинамика /Л.Д.Ландау, Е.М.Лифшиц; Под ред.Л.П.Питаевского / Л.Д.Ландау, Е.М.Лифшиц. — 5-е изд.,стер. — М.: Физматлит, 2001. — 736 с.
7. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа : учебник для вузов / Л.Г.Лойцянский .— 7-е изд.,испр. — М. : Дрофа, 2003 .— 840с. (29 экз.)
8. Лурье А.И. Нелинейная теория упругости / А.И.Лурье. – М.: Наука, 1980. – 512с.

## Маркин, А.А. Термомеханические модели обратимого конечного деформирования / А.А Маркин, М.Ю. Соколова. – Тула: Изд-во ТулГУ, 2010. – 268 с. (12 экз.)

1. Маркин, А.А. Процессы упругопластического конечного деформирования / А.А Маркин, М.Ю. Соколова, Д.В. Христич. – Тула: Изд-во ТулГУ, 2011. – 375 с. (5 экз.)
2. Микляев, П.Г. Анизотропия механических свойств металлов / П.Г.Микляев, Я.Б.Фридман. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Металлургия, 1986. – 223 с. (3 экз.)
3. Седов Л.И. Методы подобия и размерности в механике. – 10-е изд., испр. - М.: Наука, 1987. – 432 с. (4 экз.)
4. Толоконников Л.А. Механика деформируемого твердого тела: учеб. пособие для втузов / Л.А.Толоконников. – М.: Высшая школа, 1979. – 318 с.
5. Черный Г.Г. Газовая динамика: учебник для студ. вузов. – М.: Наука, 1988. – 424 с.
6. Черных, К.Ф. Введение в анизотропную упругость / К.Ф. Черных. – М.: Наука, 1988. – 190 с. (3 экз.)
7. Горшков, А.Г. Теория упругости и пластичности : Учебник для строит.вузов / А.Г.Горшков,Э.И.Старовойтов,Д.В.Тарлаковский . – М. : Физматлит, 2002 .– 416с. (11 экз.)
8. [Ильюшин, А.А.](http://library.tsu.tula.ru/cgi-bin/zgate.exe?ACTION=follow&SESSION_ID=6008&TERM=%D0%98%D0%BB%D1%8C%D1%8E%D1%88%D0%B8%D0%BD,%20%D0%90.%D0%90.%5B1,1004,4,101%5D&LANG=rus) Пластичность. Ч.1. Упруго-пластические деформации / А.А.Ильюшин; предисл.: Е.И.Шемякина, И.А.Кийко, Р.А.Васина; МГУ им. М.В.Ломоносова .– Репринт.изд.1948г. – М. : Логос, 2004 .– 388с. (10 экз.)
9. Лавит И.М. Лекции по курсу «Дополнительные главы механики сплошной среды»: учеб. пособие / И. М. Лавит .— Тула : Изд-во ТулГУ, 2010. Ч. 1. – 60 с. (18 экз.)
10. Маркин А.А. Нелинейная теория упругости: учеб.пособие / А.А.Маркин, Д.В.Христич; ТулГУ. — 2-е изд., доп. — Тула: Изд-во ТулГУ, 2007. — 92 с.
11. Седов Л.И. Механика сплошной среды: Учебник: В 2 т. Т.2 / Л.И.Седов; МГУ им. М.В.Ломоносова. — 6-е изд., стер. — СПб.: Лань, 2004. — 560 с.

**Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

#### <http://mech.math.msu.su/department/algebra> – сайт механико-математического факультета МГУ им. М.В.Ломоносова.

1. http://elibrary.ru – научная электронная библиотека eLIBRARY
2. http://ellib.gpntb.ru – научная электронная библиотека ГПНТБ России
3. http://techlibrary.ru – техническая библиотека
4. http://lib.mexmat.ru – электронная библиотека мехмата МГУ

**11 Перечень информационных технологий, используемых при НИД, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Информационные технологии не используются