

ФАНО России

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Институт вычислительных технологий Сибирского отделения  
Российской академии наук  
(ИВТ СО РАН)



УТВЕРЖДАЮ  
Врио директора ИВТ СО РАН  
к.ф.-м.н. А.В. Юрченко

5 » 09 2016 г.

## ПРОГРАММА ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ

**Направление подготовки: 09.06.01 Информатика и вычислительная техника**

**Уровень образования: подготовка кадров высшей квалификации**

**Квалификация выпускника: Исследователь. Преподаватель-исследователь**

Направленности подготовки:

05.13.11 – Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей;

05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ;

05.25.05 – Информатика и вычислительная техника;

25.00.35 – Геоинформатика

Новосибирск

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 09.06.01 Информатика и вычислительная техника, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 30 июля 2014 года № 875, зарегистрировано в Минобразования Российской Федерации 20 августа 2014 года № 33685.

Составители рабочей программы:

Зам. директора по научной работе  
к.ф.-м.н.



Д.В. Есипов

Зав. отделом аспирантуры и докторантуры  
к.ф.-м.н.



Н.В. Киланова

Рабочая программа утверждена на заседании Ученого совета ИВТ СО РАН, протокол № 9 от «5» 09 2016 г.

Председатель Ученого совета  
академик



Ю.И. Шокин

## 1. Цели и задачи государственной итоговой аттестации (ГИА)

**Целью ГИА** является установление уровня подготовки выпускника к выполнению профессиональных задач и соответствия его подготовки требованиям государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению 09.06.01 «Информатика и вычислительная техника».

**Задачами ГИА** являются:

1. Проверка уровня сформированности компетенций, определенных федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 09.06.01 «Информатика и вычислительная техника» и Институтом вычислительных технологий СО РАН:

**Универсальными компетенциями:**

- способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (**УК-1**);
- способностью проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки (**УК-2**);
- готовностью участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач (**УК-3**);
- готовностью использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках (**УК-4**).

**Общепрофессиональными компетенциями:**

- владением методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности (**ОПК-1**);
- владением культурой научного исследования, в том числе с использованием современных ИКТ (**ОПК-2**);
- способностью к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности (**ОПК-3**);
- готовностью организовать работу исследовательского коллектива в области профессиональной деятельности (**ОПК-4**);
- способностью объективно оценивать результаты исследований и разработок, выполненных другими специалистами и в других научных учреждениях (**ОПК-5**);
- способностью представлять полученные результаты научно-исследовательской деятельности на высоком уровне и с учетом соблюдения авторских прав (**ОПК-6**);
- владением методами проведения патентных исследований, лицензирования и защиты авторских прав при создании инновационных продуктов в области профессиональной деятельности (**ОПК-7**).

**Профессиональными компетенциями:**

- способностью применять и разрабатывать методы и средства системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации применительно к сложным системам, с целью повышения эффективности функционирования объектов исследования (**ПК-1**);
- способностью объективно оценивать профессиональный уровень результатов научных исследований, в том числе с помощью международных баз данных публикационной активности (**ПК-2**);
- способностью выполнять теоретические исследования процессов создания, накопления и обработки информации, включая анализ и создание моделей данных и знаний, языков их описания и манипулирования, разработку новых математических методов и средств поддержки интеллектуальной обработки данных (**ПК-3**);

- способностью разрабатывать новые математические модели объектов и явлений, развивать аналитические и приближенные методы их исследования, выполнять реализацию эффективных численных методов и алгоритмов в виде комплексов проблемно-ориентированных программ для проведения вычислительного эксперимента (ПК-4);
- способностью разрабатывать методы проектирования анализа алгоритмов, программ, языков программирования, исследовать и создавать методы анализа, оценки качества, стандартизации и сопровождения программных систем (ПК-5).

## 2. Место ГИА в структуре образовательной программы

ГИА завершает освоение основной образовательной программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре, относится к Блоку 4 «Государственная итоговая аттестация» ООП аспирантуры. ГИА проводится на четвертом году обучения в 8-м семестре.

### Виды и трудоемкость ГИА.

В соответствии с ФГОС ВО по направлению 09.06.01 Информатика и вычислительная техника в Блок 4 «Государственная итоговая аттестация» входят: подготовка и сдача государственного экзамена; представление научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации). Проводятся в указанной последовательности. Общая трудоемкость ГИА составляет 9 зачетных единиц (324 часа), в том числе: подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена – 3 зачетные единицы; подготовка и представление научного доклада – 6 зачетных единиц. ГИА проводится государственными экзаменационными комиссиями (ГЭК) в соответствии с расписанием.

## 3. Порядок организации ГИА

Государственная итоговая аттестация состоит из двух этапов: первого – государственного междисциплинарного экзамена и второго – защиты научного доклада.

Государственный междисциплинарный экзамен проводится очно в устной форме по билетам с оцениваем оценкой по четырехбалльной системе.

Научный доклад заслушивается очно государственной аттестационной комиссией с оцениваем зачет/незачет.

## 4. Программа и оценочные средства государственного экзамена

Государственный экзамен осуществляется в период зачетно-экзаменационной сессии в соответствии с Графиком учебного процесса. Обучающийся допускается к экзамену в случае выполнения всех учебных заданий и мероприятий, предусмотренных программой обучения.

Оценивание обучающегося на государственном экзамене осуществляется с использованием нормативных оценок на экзамене по четырехбалльной системе (5 – отлично, 4 – хорошо, 3 – удовлетворительно, 2 – неудовлетворительно).

Таблица 1. Оценочные средства и критерии оценивания

Оценка экзамена (нормативная)	Требования к знаниям и критерии выставления оценок
<i>Отлично</i>	Аспирант демонстрирует всестороннее, систематическое и глубокое знание материала, а также умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой; усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой; в полном объеме усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии.
<i>Хорошо</i>	Аспирант демонстрирует полное знание учебно-программного материала; успешно выполнил предусмотренные в программе задания; усвоил основную литературу, рекомендованную в программе; показал систематический

	характер знаний и способность к самостоятельному пополнению и обновлению знаний.
<i>Удовлетворительно</i>	Аспирант демонстрирует знания основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для предстоящей работы; в целом справился с выполнением заданий, предусмотренных программой; знаком с основной литературой, рекомендованной программой. При этом, хотя аспирант допускает погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, у него есть необходимые знания для их устранения под руководством преподавателя.
<i>Неудовлетворительно</i>	Аспирант при ответе обнаруживает существенные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допускает принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий.

## 5. Программа и оценочные средства защиты научного доклада

Защита научного доклада об основных результатах научно-квалификационной работы является вторым – заключительным этапом Государственной итоговой аттестации. Защита научного доклада об основных результатах научно-квалификационной подготовки требованиям федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 09.06.01 Информатика и вычислительная техника в части сформированности компетенций, необходимых для выполнения выпускником научно-исследовательского вида деятельности.

Научно-квалификационная работа должна быть написана аспирантом самостоятельно на основе результатов научного исследования, обладать внутренним единством и содержать положения, выдвигаемые для публичной защиты, должна свидетельствовать о личном вкладе аспиранта в решение задачи, имеющей существенное значение для науки в соответствии с направленностью обучения. Предложенные автором выпускной научно-квалификационной работы решения должны быть аргументированы и оценены по сравнению с другими известными решениями.

Требования к выпускной квалификационной работе определяются ГОСТ Р 7.0.1-2011 и федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 09.06.01 Информатика и вычислительная техника (уровень подготовки кадров высшей квалификации).

Выполненная научно-исследовательская работа должна соответствовать критериям, установленным для научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата физико-математических или технических наук.

Структура научного научно-квалификационной работы:

- а) обложка;
- б) оглавление;
- в) текст научного доклада на основании результатов научно-калificaционной работы.

**Введение** включает в себя следующие основные структурные элементы:

1. актуальность темы научной работы;
2. степень ее разработанности;
3. цели и задачи;
4. научную новизну;
5. теоретическую и практическую значимость работы;
6. методологию и методы исследования;
7. положения, выносимые на защиту;
8. степень достоверности и апробацию результатов.

**Основное содержание** – основной текст научного доклада может быть разделен на главы или разделы, которые нумеруются арабскими цифрами;

**Заключение** – излагаются итоги данной научной работы, рекомендации и перспективы дальнейшей разработки темы;

г) список литературы, включающий все работы, опубликованные автором по теме научной работы.

Защита научного доклада выступает итоговым контролем сформированности следующих компетенций обучающегося: универсальных УК-1, УК-2, УК-3, УК-4, общепрофессиональных ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6, ОПК-7 профессиональных ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-5.

**Материалы для оценки:**

- 1) текст выпускной научно-квалификационной работы;
- 2) положения, выносимые на защиту (автореферат);
- 3) публикации по результатам выполненной работы;
- 4) научный доклад аспиранта;
- 5) ответы аспиранта на вопросы в ходе публичной дискуссии.

**Оценочные средства:**

- 1) оценка работы научным руководителем (отзыв научного руководителя аспиранта);
- 2) оценка работы рецензентами (отзыв рецензента).

Таблица 2. Оценочные средства, критерии оценивания и показателя

Критерии оценивания результатов обучения	Показатели оценивания результатов обучения	
	не зачет	зачет
Актуальность исследования	Актуальность темы исследования не раскрыта	Актуальность темы раскрыта, могут присутствовать отдельные недоработки в плане обоснования актуальности исследования
Уровень методологической проработки проблемы (теоретическая часть работы)	Фрагментарное применение навыков анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач	В целом успешное и систематическое применение навыков анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач
Аргументированность и степень обоснованности выводов, рекомендаций, положений, выносимых на защиту	Научные положения, рекомендации и выводы работы не обоснованы	Положения, выносимые на защиту, выводы и рекомендации аргументированы и обоснованы, могут иметься отдельные неточности
Степень разработанности проблемы исследования, представленная во введении работы	Отсутствует критический анализ концепций, теорий, современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	Степень разработанности проблемы исследования, представленная во введении работы, позволяет судить о сформированном, системном владении аспирантом навыком критического анализа современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе междисциплинарных областях

Методический аппарат исследования и степень достоверности результатов исследования	Применение узкого спектра методов и технологий исследований в области научной специальности; полученные результаты не являются достоверными	Аспирант демонстрирует применение широкого спектра методов и технологий при проведении исследований; полученные результаты достоверны
Уровень владения методами исследования в области научной специальности	Фрагментарное применение наиболее современных методов исследования в области научной специальности	Успешное, обоснованное применение современных методов и технологий исследования в области научной специальности
Владение аспиранта темой при ответе на вопросы	Отсутствует представление о содержании современных дискуссий по проблемам научной специальности	Демонстрирует достаточный уровень научной эрудиции для поддержания научной дискуссии
Сформулированные рекомендации по направлениям, технологиям дальнейших научных исследований в рамках проблематики научной работы	Отсутствуют сформулированные рекомендации по дальнейшим направлениям научных исследований по проблеме	Рекомендации по дальнейшим направлениям научных исследований по проблематике научной работы, в том числе в рамках междисциплинарных исследований, сформулированы
Способность самостоятельно предлагать решения актуальных научно-прикладных задач в рамках исследуемой проблематики	Не готов и не умеет предлагать решения актуальных научно-прикладных задач в рамках исследуемой проблематики	Умеет предлагать решения актуальных научно-прикладных задач в рамках исследуемой проблематики
Оригинальность выводов, заключений и предложений, представленных в тексте и публикациях аспиранта	Выводы, заключения и предложения не являются оригинальными, в тексте присутствуют некорректные заимствования материалов или отдельных результатов	Выводы, заключения и предложения являются оригинальными
Новизна исследования	Новизна исследования отсутствует	Полученные в работе результаты обладают новизной
Практическая значимость результатов исследования	Рекомендации по дальнейшему использованию результатов исследования в практической деятельности отсутствуют	Рекомендации по дальнейшему использованию результатов исследования в практической деятельности сформулированы

Если по результатам защиты научного доклада ни один из перечисленных выше критериев не был оценен неудовлетворительно большинством членов Государственной экзаменационной комиссии, то Государственная экзаменационная комиссия дает положительную оценку защите научного доклада.

## 6. Вопросы государственного экзамена с обзором дисциплин из учебного плана

### Раздел 1.

1. Понятие математической модели. Основные этапы математического моделирования.
2. Общие принципы построения математических моделей. Технология вычислительного эксперимента.

3. Характерные черты системного анализа. Математический аппарат моделей, основанный на законах сохранения.
4. Имитационные системы. Оценка возможных стратегий.
5. История первых моделей в биологии. Современная классификация моделей биологических процессов. Специфика моделирования живых систем.
6. Модели биологических систем, описываемые одним дифференциальным уравнением первого порядка
7. Модели роста популяций.
8. Модели, описываемые системами двух автономных дифференциальных уравнений.
9. Исследование устойчивости стационарных состояний нелинейных систем второго порядка. Метод Ляпунова Уравнения Лотки. Уравнения Вольтерра. Метод функции Ляпунова.
10. Проблема быстрых и медленных переменных. Теорема Тихонова. Типы бифуркаций. Катастрофы.
11. Мультистационарные системы. Триггер. Силовое и параметрическое переключение триггера.
12. Колебания в биологических системах. Понятие автоколебаний. Предельные циклы. Условия существования предельных циклов.
13. Модели взаимодействия двух видов. Гипотезы Вольтерра. . Вольтерровские модели взаимодействий. Классификация типов взаимодействий Конкуренция. Хищник-жертва.
14. Динамический хаос. Модели биологических сообществ. . Аттракторы. Странные аттракторы.
15. Моделирование микробных популяций.
16. Модель воздействия слабого электрического поля на нелинейную систему трансмембранного переноса ионов.
17. Математическое моделирование оптимального размещения промышленных предприятий. Общая характеристика проблемы. Основные уравнения переноса и диффузии примесей в атмосфере.
18. Сопряженные уравнения переноса и диффузии. Постановка задачи оптимального размещения предприятий. Многокритериальная оптимизация.
19. Математическое моделирование волн цунами. Основные задачи в проблеме цунами: моделирование генерации волн цунами, гидродинамическое описание волн на поверхности жидкости.
20. Выход на берег и разрушение волны цунами. Применение лучевой теории к задачам о распространении волн цунами.
21. Математическое моделирование в задачах охраны и рационального использования водных ресурсов. Модели переноса и диффузии загрязнений в водоемах.
22. Тепловой баланс водных объектов. Водный баланс. Водохранилища и окружающая природная среда.
23. Глобальная динамическая модель Форрестера.
24. Глобальная динамическая модель группы Мидоуза "Мир-3".

## **Раздел 2**

1. Академическая мобильность.
2. Балльно-рейтинговая система оценки знаний студентов.
3. Смысл Болонского процесса.
4. Дидактический тест и характеристики качества его разработки.
5. Европейская система академических кредитов.
6. Модернизация системы образования через сокращение численности вузов и установление иерархического принципа надделения их автономными правами.
7. Индивидуально-психологические особенности студентов.
8. История реформ высшего образования России в постсоветский период.
9. Влияние исторической ситуации на содержание понятия «качество образования».



10. Компетентностный подход.
11. Методическая оценка занятия.
12. Методы и способы обучения.
13. Методы обучения студентов в вузе.
14. Модульная система образования.
15. Национальные пути развития образовательных систем.
16. Новый закон "Об образовании в РФ".
17. Образовательные стандарты первых трех поколений.
18. Основная образовательная программа подготовки по специальности.
19. Основные документы, отражающие политику России в области образования в настоящее время.
20. Первые два цикла получения высшего образования.
21. Привлечение партнеров к образовательной деятельности.
22. Проблемное обучение.
23. Проект TUNING.
24. Сетевая форма реализации ООП.
25. Сократовский метод в обучении.
26. Студентоцентрированная направленность образовательного процесса.
27. Студенческая группа как социальная общность.
28. Субъект-субъектная парадигма обучения и система зачетных единиц.
29. Пять уровней правового регулирования отношений в сфере образования в российской федерации.
30. Учения Л.С.Выготского, А.Н.Леонтьева и П.Я.Гальперина, их учет в деятельности преподавателя.
31. Формы проведения практических занятий.
32. Формы проведения семинарских занятий.
33. Формы текущего промежуточного и итогового контроля.
34. Фонды оценочных средств по дисциплине.
35. Цель и задачи занятия.

### Раздел 3

1. Законы сохранения. Преобразование координат. Представление уравнений в дивергентной и недивергентной форме.
2. Аппроксимация дифференциальных операторов и разностных схем.
3. Сходимости и устойчивость. Необходимый спектральный признак Неймана.
4. Методы решения системы уравнений  $Ax=b$  с разреженной матрицей  $A$ .
5. Скалярная, векторная и матричная прогонка.
6. Метод установления. Понятие полной аппроксимации.
7. Основные разностные схемы решения одномерных нелинейных гиперболических уравнений.
8. Явные разностные схемы для гиперболических и параболических уравнений. Достоинства и недостатки явных схем.
9. Схемы Рунге-Кутты для аппроксимации производной по времени в уравнениях с частными производными.
10. Консервативные схемы. Определение и способы построения.
11. Метод конечных объемов.
12. Связь метода конечных объемов с методом конечных разностей.
13. Способы аппроксимации невязких потоков через грани ячеек.
14. Аппроксимация вязких потоков в методе конечных объемов.
15. Сравнение методов конечных разностей, конечных объемов на примере линейного уравнения переноса. Достоинства и недостатки подходов.
16. Противопотоковые схемы для скалярного уравнения переноса и системы линейных гиперболических уравнений.

17. Построение противопотоковых схем для нелинейных уравнений.
18. Построение противопотоковых схем на основе решения задачи о распаде произвольного разрыва. Схема Годунова, Схема Роу.
19. Неявные схемы для одномерных гиперболических и параболических уравнений. Реализация нелинейных схем. Метод линеаризации.
20. Особенности реализации неявных алгоритмов в многомерном случае.
21. Метод дробных шагов (метод расщепления). Аппроксимация и устойчивость в многомерном случае.
22. Метод приближенной факторизации по направлениям. Аппроксимация и устойчивость в многомерном случае.
23. Устойчивость схемы приближенной факторизации для гиперболических уравнений в трехмерном случае.
24. Метод Гаусса-Зейделя и его частный случай – метод LU-факторизации. Устойчивость метода в многомерном случае.
25. Методы, основанные на использовании альтернативных решателей системы алгебраических уравнений с разреженной матрицей.
26. Краевые условия для уравнений Эйлера и Навье-Стокса. Входная, выходная границы, твердая стенка. Их реализация
27. Аппроксимация дифференциальных операторов на неравномерных сетках.
28. Повышение порядка аппроксимации на расширенном шаблоне.
29. Реконструкция переменных на грань ячейки в методе конечных объемов.
30. Понятие монотонности разностной схемы. Теорема Годунова.
31. Способы монотонизации схем высокого порядка аппроксимации.
32. Схема Бима – Уорминга для уравнений газовой динамики.
33. Схема МакДональда – Брили для уравнений Навье-Стокса движения сжимаемого газа.
34. Схема расщепления по физическим процессам и пространственным направлениям для уравнений газовой динамики.
35. Схема предиктор-корректор для решения уравнений Навье-Стокса сжимаемого газа.
36. Противопотоковая схема конечных объемов для уравнений газовой динамики.
37. Метод искусственной сжимаемости для решения уравнений Навье-Стокса несжимаемой жидкости.
38. Метод дробных шагов (коррекции давления) для решения уравнений Навье-Стокса несжимаемой жидкости.

#### **Раздел 4**

1. Информационные системы поиска научной литературы.
2. Понятия и термины, используемые в системах поиска и базах данных научных публикаций.
3. Базы данных научных публикаций.
4. Методы и средства проведения вычислительного эксперимента.
5. Основные отличительные особенности разных языков программирования.
6. Особенности выбора языка программирования в зависимости от исследуемой задачи.
7. Среда разработки. Что такое, примеры, особенности.
8. Пакеты для научных и технических расчетов. Их характеристика и классификация.
9. Классы, объекты. Наследование, инкапсуляция, полиморфизм.
10. Особенности реализации объектной модели в разных языках программирования.
11. Применение объектного подхода для решения вычислительных задач и типичных задач в области информационных технологий.
12. Теория графов. Основные понятия и определения.
13. Примеры применения теории графов для научных исследований.
14. Основные алгоритмы на графах.
15. Представление графов и их обработка.
16. Основные численные методы.
17. Вычислительная геометрия.

18. Метод Монте-Карло. Применение.
19. Классификация баз данных. Понятие репозитория.
20. Параллельные вычисления. Основные определения, области применения.
21. Параллельные вычисления. Программное обеспечение, архитектура параллельных ВС.
22. Методы векторизации и распараллеливания.
23. Параллельные библиотеки.

## Раздел 5

1. Основные компоненты и принципы создания ГИС. Программное обеспечение ГИС.
2. Растровая и векторная модели данных в ГИС.
3. Цифровые модели местности и рельефа в ГИС. Географическая система координат. Характеристики, достоинства и недостатки.
4. Способы представления поверхностей. GRID- и TINпредставление поверхностей. Характеристики, способы интерполяции.
5. Принципы организации данных в ГИС. Архитектуры ГИС.
6. Определение дистанционного зондирования. Виды дистанционного зондирования. Физические основы дистанционного зондирования.
7. Данные дистанционного зондирования. Виды, характеристики. Достоинства и недостатки материалов, полученных космическими съемочными системами.
8. Общая схема дешифрирования ДДЗ.
9. Геометрическая коррекция спутниковых изображений.
10. Ортотрансформирование снимков.
11. Радиометрическая и атмосферная коррекция ДДЗ.
12. Контрастирование изображения. Фильтрация изображений.
13. Понятие дешифрирования. Автоматизированное дешифрирование.
14. Понятие текстуры. Методы и алгоритмы обработки.
15. Задача классификации объектов. Неконтролируемые классификации.
16. Классификации с обучением.
17. Области применения данных дистанционного зондирования.
18. Спектральные библиотеки. Анализ спектральной кривой пространственных объектов.
19. Вегетационные индексы. Решение практических задач.
20. Постклассификационная обработка. Проблемы генерализации данных.
21. Технология Big Data для анализа пространственных данных. Основные принципы и подходы.
22. Применение NoSQL для анализа пространственной информации.
23. MapReduce и Hadoop – параллельная обработка потоков космоснимков.
24. Методы и технологии Spatial Data Mining для анализа пространственных данных.
25. Web mining.

## Основная литература

### К разделу 1.

1. Бродский, Ю.И. Лекции по математическому и имитационному моделированию / Ю.И. Бродский. - Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2015. - 240 с. : ил., схем., табл. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-4475-3697-8 ; [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=429702>
2. Иванов, В.В. Математическое моделирование : учебно-методическое пособие / В.В. Иванов, О.В. Кузьмина ; Поволжский государственный технологический университет. - Йошкар-Ола : ПГТУ, 2016. - 88 с. : схем., табл. - ISBN 978-5-8158-1744-9 ; [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=459482>
3. Белолипецкий В.М., Шокин Ю.И. Математическое моделирование в задачах охраны окружающей среды. Новосибирск: ИНФОЛИО-пресс, 1997. — 240 с.

## **К разделу 2.**

1. Громкова М.Т. Педагогика высшей школы [Электронный ресурс]: учеб. пособие. — М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2015 - 446 с.  
Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=117717>
2. Компетентностный подход в высшем профессиональном образовании [Электронный ресурс]: монография - Москва: Директ-Медиа, 2014. – 378 с.  
Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=231584>
3. Околелов О. П. Образовательные технологии [Электронный ресурс]: методическое пособие - Москва, Берлин: Директ-Медиа, 2015. – 204 с.  
Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=278852>
4. Оценивание новых результатов образовательного процесса в вузе в контексте компетентностного подхода [Электронный ресурс]: монография - Москва, Берлин: Директ-Медиа, 2015. – 151 с.  
Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=273366>
5. Пиявский С. А., Савельева Г. П. Деятельность преподавателя при новых формах организации образовательного процесса в инновационном вузе [Электронный ресурс]: монография - Самара: Самарский государственный архитектурно-строительный университет, 2013. – 188 с.  
Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=256144>
6. Харченко Л. Н. Преподаватель современного вуза: компетентностная модель [Электронный ресурс]: монография - Москва: Директ-Медиа, 2014. -217 с.  
Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=239107>

## **К разделу 3**

1. Ковеня В.М. Алгоритмы расщепления при решении многомерных задач аэрогазодинамики. – Новосибирск. Издательство СО РАН. – 2014. – 280 с.
2. Ковеня В. М., Чирков Д.В. Методы конечных разностей и конечных объемов для решения задач математической физики: Учебное пособие / Новосиб. гос. ун-т. Новосибирск, 2013.
3. Ковеня В. М. Разностные методы решения многомерных задач: Курс лекций / Новосиб. гос. ун-т. Новосибирск, 2004. 146 с.
4. Лебедев А. С., Черный С. Г. Практикум по численному решению уравнений в частных производных. – Учебное пособие / Новосиб. гос. ун-т. Новосибирск, 2000. 136 с.
5. Черный С.Г., Лапин В.Н., Есипов Д.В., Куранakov Д.С. Методы моделирования зарождения и распространения трещин: монография. - Новосибирск: Изд-во СО РАН. - 2016. - 312 с.
6. Хакимзянов Г. С., Черный С. Г. Методы вычислений в 4 ч.: Учебное пособие / Новосиб. гос. ун-т. Новосибирск, 2008. Часть 3. Численные методы решения задач для уравнений параболического и эллиптического типов. 163 с.
7. Годунов С. К. Рябенский В. С. Разностные схемы: Введение в теорию. М.: Наука, 1973. 400 с.
8. Самарский А. А. Теория разностных схем. Изд. 3. М.: Наука, 1989. 616 с.

## **К разделу 4**

1. Новиков, А.М. Методология научного исследования / А.М. Новиков, Д.А. Новиков. – М.: Либроком, 2010 – 280 с.
2. Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М. Численные методы. –М: Бином, Лаборатория знаний, 2008
3. Орешкова, М.Н. Численные методы: теория и алгоритмы : учебное пособие / М.Н. Орешкова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова. - Архангельск : САФУ, 2015. - 120 с. : схем., табл. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-261-01040-1 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=436397> (22.12.2017).

4. Леоненков, А. Нотация и семантика языка UML / А. Леоненков. - 2-е изд., исправ. - Москва : Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016. - 205 с. : ил. - (Основы информационных технологий). - Библиогр. в кн. - ISBN 5-94774-408-2 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=429143> (22.12.2017).
5. Костюкова, Н. Графы и их применение / Н. Костюкова. - Москва : Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016. - 148 с. : ил. - ISBN 978-5-9556-0069-7 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=429066> (22.12.2017).
6. Николаев, Е.И. Параллельные вычисления : учебное пособие / Е.И. Николаев ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Северо-Кавказский федеральный университет». - Ставрополь : СКФУ, 2016. - 185 с. : ил. - Библиогр. в кн. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=459124> (22.12.2017).
7. Хаггарти, Р. Дискретная математика для программистов : учебное пособие / Р. Хаггарти ; пер. англ. под ред. С.А. Кулешов ; пер. с англ. А.А. Ковалев, В.А. Головешкин, М.В. Ульянов. - изд. 2-е, испр. - Москва : РИЦ "Техносфера", 2012. - 400 с. : табл., схем. - (Мир программирования). - ISBN 978-5-94836-303-5 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=89024> (22.12.2017).

## К разделу 5

1. Brimicombe A. GIS, Environmental Modeling and Engineering.- 2<sup>nd</sup> edition.- London, New York: Springer, 2010.- 361 p.
2. Cichosz P. Data Mining Algorithms: Explained Using R.- UK: John Wiley & Sons, Ltd, 2015.- 683 p.
3. Richards J.A. Remote Sensing Digital Image Analysis. An Introduction.- London, New York: Springer, 2013.- 503 p.
4. Рис У. Основы дистанционного зондирования.- М.: Техносфера, 2006.- 336 с.
5. Чандра А.М., Гош С.К. Дистанционное зондирование и географические информационные системы.- М.: Техносфера, 2008.- 312 с.
6. Шовенгерд Р.А. Дистанционное зондирование. Методы и модели обработки изображений.- М.: Техносфера, 2010.- 560 с.

## Дополнительная литература

### К разделу 1

1. Самарский, А.А. Математическое моделирование / А.А. Самарский, А.П. Михайлов. - Москва: Физматлит, 2005. - 160 с. - ISBN 978-5-9221-0120-2 ; [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68976>
2. Введение в математическое моделирование : учебное пособие / под ред. П.В. Трусова. - Москва: Логос, 2004. - 439 с. - ISBN 5-94010-272-7 ; [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=84691>

### К разделу 2

1. Бабина Н. Ф. Выполнение проектов [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие - Москва, Берлин: Директ-Медиа, 2015. – 77 с.  
Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=276774>
2. Калошина И. П. Управление творческой деятельностью в учебном процессе [Электронный ресурс]: монография - Москва: ЮНИТИ-ДАНА, 2015. – 303 с.  
Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=446585>
3. Клименко А. В., Несмелова М. Л., Пономарев М. В. Инновационное проектирование оценочных средств в системе контроля качества обучения в вузе [Электронный ресурс]: учебное пособие - Москва: МПГУ, 2015. - 124 с.  
Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=437272>

4. Психолого-педагогическое сопровождение образовательной среды в условиях внедрения новых образовательных стандартов [Электронный ресурс]: монография - Оренбург: ОГУ, 2015 – 124 с.  
Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=439238>
5. Самойлов, В.Д. Андрогогические основы педагогики и психологии в системе высшего образования России [Электронный ресурс]: учебник. - Москва: Юнити-Дана, 2015. - 295 с.: схем., табл.  
Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=426671>
6. Смирнова Л. Е. Теоретические основы проблемы оценивания и его роли в развитии познавательной активности учащихся [Электронный ресурс]: монография - Москва: Флинта|Наука, 2014. – 128 с.  
Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=278072>
7. Создание системы естественнонаучной и технологической подготовки молодежи к инновационной деятельности [Электронный ресурс]: монография - Москва, Берлин: Директ-Медиа, 2015. – 251 с.  
Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=272957>
8. Харченко Л. Н. Технология формирования креативности студентов [Электронный ресурс]: монография - Москва: Директ-Медиа, 2014. – 271 с.  
Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=239114>
9. Шатаева О. В., Шапиро С. А., Коршунова Н. Е. Роль экзамена в вузе [Электронный ресурс]: методическое пособие - Москва, Берлин: Директ-Медиа, 2015. – 41 с.  
Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=435434>
10. Шершнева В. А., Манушкина М. М., Носков Ф. М. Формирование математической компетентности студентов направления подготовки «Прикладная информатика» на бипрофессиональной основе [Электронный ресурс]: монография - Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2014. – 180 с.  
Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=364505>
11. Шишлина Н. В. Автор электронного курса [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие - Москва, Берлин: Директ-Медиа, 2015. – 77 с.  
Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=427342>

### **К разделу 3**

1. Toro E. F. Riemann Solvers and Numerical Methods for Fluid Dynamics: 2nd Ed., Springer-Verlag, 1999.
2. Fletcher C. A. J., Computational Techniques for Fluid Dynamics: Vol. I, II. 2nd Ed., Springer-Verlag, Berlin, 1991.
3. Ferziger J., Peric M. Computational Methods for Fluid Dynamics: 3rd Ed., Springer, 2002.
4. ANSYS Fluent. Theory guide. – Release 15.0. – 2013.
5. ANSYS CFX. Theory guide. – Release 15.0. – 2013.

### **К разделу 4**

1. Векторизация программ: теория, методы, реализация: Пер. с англ. и нем. / Под ред. Г.Д.Чинина. - М.: Мир, 1991.
2. Страуструп Б. Язык программирования C++: Пер. с англ. — 3-е спец. изд. — М.: Бином, 2003. — 1104 с.
3. Вебер Дж. Технология Java в подлиннике: Пер. с англ. - СПб.:БХВ-Петербург, 1997.
4. Воеводин В.В. Математические основы параллельных вычислений. - М.: Изд-во МГУ, 1991.
5. Гамма Э., Хелм Р., Джонсон Р., Влиссидес Дж. Приемы объектно-ориентированного проектирования. Паттерны проектирования: Пер. с англ. - СПб.: Питер, 2001.
6. Йордан Э., Аргила К. Структурные модели в объектно-ориентированном анализе и проектировании: Пер. с англ. - М.: Лори, 1999.
7. Программирование на параллельных вычислительных системах под ред. Р.Бэбба. - М.: Мир, 1991.

### **К разделу 5**

1. Chen C.H. Signal and Image Processing for Remote Sensing. - London, New York: Taylor & Francis Group, 2008.- 276 p.

2. Воробьева А.А. Дистанционное зондирование земли.- СПб, 2012. - 168 с.
3. Дистанционное зондирование Земли: учеб. пособие / В.М. Владимиров, Д.Д. Дмитриев, О.А. Дубровская [и др.]; ред. В.М. Владимиров. Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2014. – 196 с.;
4. Кронберг П. Дистанционное изучение Земли: Основы и методы дистанционных исследований в геологии: Пер. с нем. М.: Мир, 1988. – 343 с.
5. Козодеров В.В., Кондранин Т.В. Методы оценки состояния почвенно-растительного покрова по данным оптических систем дистанционного аэрокосмического зондирования // учеб. пособие по направлению "Прикладные математика и физика". Москва: МФТИ, 2008. – 222 с.

## Дополнения и изменения в рабочей программе

За \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ учебный год

В программу государственной итоговой аттестации образовательной программы по направлению подготовки 09.06.01 Информатика и вычислительная техника по направленностям подготовки 05.13.11 – Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей, 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ, 05.25.05 – Информационные системы и процессы, 25.00.35 – Геоинформатика вносятся следующие изменения: