

«

»

“ ”

“ ”

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Методы и средства высокопродуктивных вычислений**

: 09.04.01

: 2, : 3

		3
1	()	3
2		108
3	, .	31
4	, .	0
5	, .	0
6	, .	18
7	, .	8
8	, .	2
9	, .	11
10	, .	77
11	(, ,)	
12		

(): 09.04.01

1420 30.10.2014 . , : 25.11.2014 .

: 1,

(): 09.04.01

, 6 20.06.2017

, 6 21.06.2017

:

,

:

,

:

. . .

1.

1.1

Компетенция ФГОС: ОК.8 способность к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов (в соответствии с целями магистерской программы; в части следующих результатов обучения):	
1.	-
Компетенция ФГОС: ПК.9 способность проектировать системы с параллельной обработкой данных и высокопроизводительные системы и их компоненты; в части следующих результатов обучения):	
1.	
2.	
3.	
1.	
Компетенция НГТУ: ПК.20.В способность управлять средой функционирования объектов профессиональной деятельности; в части следующих результатов обучения):	
1.	

2.

2.1

	(
, , ,)	

.9. 1	
1.О способах организации и управления параллельно протекающими и взаимодействующими процессами в сети ЭВМ.	
2.Классификацию вычислительных кластеров	;
3.Основные компоненты кластеров, их аппаратное и программное обеспечение	;
.9. 2	
4.О современных достижениях в области организации параллельных вычислений на кластерах и метакомпьютерах.	
5.Способы организации метакомпьютеров из различных вычислительных ресурсов.	
6.Области применения кластеров, метакомпьютеров и глобальных вычислительных сетей.	
.9. 3	
7.Методы управления ресурсами и приложениями в кластерах и метакомпьютерах.	
8.Системное программное обеспечение организации вычислений на кластерах и метакомпьютерах.	;
9.Методы организации отказоустойчивости вычислений на кластерах и метакомпьютерах.	;
.8. 1	
-	
10.Управлять ресурсами и приложениями в кластерах и метакомпьютерах.	;
	;
.20. . 1	

11. Решать на метакомпьютере задачи из конкретных прикладных областей.	;
.9. 1	
12. Разрабатывать прикладные программы из практических приложений для вычислений на кластерах и метакомпьютерах.	;
13. Разрабатывать параллельные программы решения задач из конкретных прикладных областей.	;
14. Разрабатывать прикладные программы для вычислений на кластерах и метакомпьютерах с использованием приемов, методов и языков параллельного программирования	;
.9. 1	
15. архитектуры и классификацию вычислительных кластеров	;

3.

3.1

	,	.		
: 3				
:				
1.	0	10	11, 12, 13	OpenMP, CUDA MPI
:				
6.	0	8	10, 14, 15	,

3.2

	,	.		
: 3				
:				
1.	0	0	2, 3	,
.				
-				
.				
.				
,				
.				

:				
2.	0	0	10, 3, 8	,
				.
				.
				,
				.
:				

4.	4	0	11, 12, 13, 14	<p>HPFortran,</p> <p>DVM</p> <p>(HPF). DVM.</p> <p>-</p> <p>-</p> <p>-</p> <p>-</p> <p>OpenMP</p> <p>C ++.</p> <p>CUDA.</p>
----	---	---	----------------	--

:

5.	4	0	10, 12, 14, 9	
----	---	---	---------------	--

	,	.		
--	---	---	--	--

: 3				
:				
1.	0	1	1,4	.
:				
2.	0	6	2,3	<p> , - . (.). (.). - - , , , , , - , ,). , , - , , (.). - . (.). (.). : , (SMP), - - </p>
:				

3.	0	6	8,9	<p>(-).</p> <p>" - ".</p> <p>()</p> <p>:</p> <p>,</p>
:				

4.	0	16	6, 9	
:				
5.	0	10	10, 6, 7	<p>GRID.</p> <p>GRID.</p>
:				

12.	0	1	1, 4, 5	
-----	---	---	---------	--

4.

: 3				
1		12, 13, 14, 15, 6, 7, 8	37	6
: « » []: []/ . . . ; . . . - . - . , [2010]. - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000163730 . - " []: / . . . ; . . . - . - . , [2011]. - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000160466 . - []: . . . - . - . , [2015]. - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000214817 . -				
2		1, 10, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	45	5
, 3.3 : « » []: ; . . . - . - . , [2010]. - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000163730 . - []: . . . - . - . , [2015]. - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000214817 . -				

5.

(. 5.1).

5.1

		-		
		: http://vt.cs.nstu.ru/~malyavko/hpc ;		
		http://dionee-edu.nstu.ru/didask/course/show/4265		
		e-mail:translab@ngs.ru		
		: http://vt.cs.nstu.ru/~malyavko/hpc ;		
		: http://vt.cs.nstu.ru/~malyavko/hpc		

5.2

1		- :		
Краткое описание применения: Изучаются и осваиваются распространенные системы параллельного программирования: OpenMP, CUDA, MPI				
« » []: ; . . . - . - . , [2010]. - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000163730 . -				

2	- :
Краткое описание применения: Изучаются методы управления ресурсами и приложениями в кластерах и метакомпьютерах, динамической балансировки нагрузки. Системное программное обеспечение организации вычислений на кластерах и метакомпьютерах.	
" [] : - / . . . ; . . . - . . . , [2011]. - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000160466 . - . . . "	

6.

(), - 15- ECTS.
. 6.1.

6.1

: 3	
<i>РГЗ:</i>	60
<i>Экзамен:</i>	40

6.2

6.2

.8	1. ,	+	+
.9	1.		+
	2.		+
	3.	+	+
	1.	+	+
	.20. 1.		+

1

7.

1. Малявко А. А. Программное обеспечение высокопроизводительных вычислений. Ч. 1 : конспект лекций / А. А. Малявко ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2013. - 97, [2] с. : ил., табл. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000182343

2. Малявко А. А. Параллельное программирование на основе технологий OpenMP, MPI, CUDA : учебное пособие / А. А. Малявко ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2015. - 114, [1] с. : табл. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000215088
3. Воеводин В. В. Параллельные вычисления : [учебник для вузов по направлению 510200 "Прикладная математика и информатика"] / В. В. Воеводин, Вл. В. Воеводин. - СПб., 2004. - 599 с. : ил.
4. Малышкин В. Э. Параллельное программирование мультикомпьютеров : [учебник] / В. Э. Малышкин, В. Д. Корнеев. - Новосибирск, 2006. - 295 с. : ил. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000061651

1. Малявко А. А. Суперкомпьютеры и системы [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / А. А. Малявко ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2015]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000214817. - Загл. с экрана.
2. Корнеев В. В. Вычислительные системы / В. В. Корнеев. - М., 2004. - 510, [1] с. : ил.
3. Малышкин В. Э. Основы параллельных вычислений. Ч. 1 : Учеб. пособие для IV курса фак. прикладной математики и информатики / Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 1998. - 60 с.
4. Малышкин В. Э. Основы параллельных вычислений. Ч. 2 : [учебное пособие для 4 курса ФПМИ] / В. Э. Малышкин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2000. - 51 с. : ил.
5. Немнюгин С. А. Параллельное программирование для многопроцессорных вычислительных систем / Сергей Немнюгин, Ольга Стесик. - СПб., 2002. - 396 с. : ил.
6. Эндрюс Г. Д. Основы многопоточного, параллельного и распределенного программирования : [пер. с англ.] / Грегори Р. Эндрюс. - М., 2003. - 505 с. : ил.

1. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>
2. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>
3. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>
4. ЭБС "Znaniium.com" : <http://znaniium.com/>
5. :

8.

8.1

1. Малявко А. А. Сайт дисциплины «Параллельное программирование» [Электронный ресурс] : [электронный учебно-методический комплекс] / А. А. Малявко ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2010]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000163730. - Загл. с экрана.
2. Корнеев В. Д. Методические указания к курсу "Математическое обеспечение высокопроизводительных вычислительных систем" [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / В. Д. Корнеев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000160466. - Загл. с экрана.

8.2

1 Библиотека МРІСН2

9. -

1	(Internet)	Internet

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра вычислительной техники

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН АВТФ
к.т.н., доцент И.Л. Рева
“ ” _____ Г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Методы и средства высокопродуктивных вычислений

Образовательная программа: 09.04.01 Информатика и вычислительная техника, магистерская
программа: Прикладные информационные системы и технологии

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Методы и средства высокопродуктивных вычислений приведена в Таблице.

Таблица

Формируемые компетенции	Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)	Темы	Этапы оценки компетенций	
			Мероприятия текущего контроля (курсовой проект, РГЗ(Р) и др.)	Промежуточная аттестация (экзамен, зачет)
ОК.8 способность к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов (в соответствии с целями магистерской программы)	у1. устанавливать, конфигурировать и тестировать работоспособность аппаратно-программных средств для параллельных вычислений	Метакомпьютинг Структура программного обеспечения высокопроизводительных вычислительных систем	РГЗ, раздел последовательной реализации	Экзамен, вопросы 1-9
ПК.20.В способность управлять средой функционирования объектов профессиональной деятельности	у1. использовать специализированные программные средства при решении профессиональных задач	Системы параллельного программирования		Экзамен, вопросы 10-18
ПК.9/П способность проектировать системы с параллельной обработкой данных и высокопроизводительные системы и их компоненты	з1. архитектуры и классификацию вычислительных кластеров	Архитектура высокопроизводительных вычислительных систем Метакомпьютинг Перспективы развития высокопроизводительных вычислительных систем. Современное состояние высокопроизводительных вычислительных систем.		Экзамен, вопросы 19-26
ПК.9/П	з2. понятие метакомпьютинга и способы организации метакомпьютеров	Метакомпьютинг Перспективы развития высокопроизводительных вычислительных систем. Системы параллельного программирования Современное состояние высокопроизводительных вычислительных систем.		Экзамен, вопросы 27-38
ПК.9/П	з3. методы управления ресурсами и системное ПО организации вычислений на кластерах и метакомпьютерах	Метакомпьютинг Системы параллельного программирования Структура программного обеспечения высокопроизводительных вычислительных систем	РГЗ, раздел анализа временных соотношений	Экзамен, вопросы 39-44
ПК.9/П	у1. разрабатывать прикладные программы для вычислений на кластерах и метакомпьютерах с использованием приемы, методов и	Метакомпьютинг Системы параллельного программирования	РГЗ, разделы параллельной реализации	Экзамен, вопросы 45-57

	языков параллельного программирования			
--	---	--	--	--

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 3 семестре - в форме экзамена, который направлен на оценку сформированности компетенций ОК.8, ПК.20.В, ПК.9/П.

Кроме того, сформированность компетенций проверяется при проведении мероприятий текущего контроля, указанных в таблице раздела 1.

В 3 семестре обязательным этапом текущей аттестации является расчетно-графическое задание (работа) (РГЗ(Р)). Требования к выполнению РГЗ(Р), состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ(Р).

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ОК.8, ПК.20.В, ПК.9/П, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

Общая характеристика уровней освоения компетенций.

Ниже порогового. Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками.

Пороговый. Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

Базовый. Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

Продвинутый. Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

Паспорт экзамена

по дисциплине «Методы и средства высокопродуктивных вычислений», 3 семестр

1. Методика оценки

Экзамен проводится в устной форме, по билетам. Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона вопросов 1-28, второй вопрос из диапазона вопросов 29-57 (список вопросов приведен ниже). В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

Форма экзаменационного билета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет АВТФ

Билет № _____

к экзамену по дисциплине «Методы и средства высокопродуктивных вычислений»

1. Параллельные и распределенные вычисления и их техническая основа - вычислительные кластеры, ГРИД-системы и суперкомпьютеры.
2. Оценка коммуникационной трудоемкости параллельных алгоритмов. Характеристики топологий сети передачи данных.

Утверждаю: зав. кафедрой _____ должность, ФИО
(подпись)
(дата)

2. Критерии оценки

- Ответ на экзаменационный билет считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает принципиальные ошибки, оценка составляет от 0 до 10 баллов.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает непринципиальные ошибки, например, вычислительные, оценка составляет от 11 до 20 баллов.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при

ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, может представить качественные характеристики процессов, не допускает ошибок при решении задачи, оценка составляет от 21 до 30 баллов.

- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ подходов, проводит комплексный анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, способен представить количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры из практики, не допускает ошибок и способен обосновать выбор метода решения задачи, оценка составляет от 31 до 40 баллов.

3. Шкала оценки

Общая оценка в баллах по дисциплины вычисляется как сумма оценок за РГЗ и за экзамен. На основании этой суммы определяется окончательная оценка согласно таблице:

Сумма баллов	Оценка ECTS	Оценка по 5-балльной шкале
97-100	A+	5
94-96	A	
90-93	A-	
86-89	B+	
83-85	B	4
80-82	B-	
76-79	C+	
73-75	C	
70-72	C-	3
66-69	D+	
63-65	D	
60-62	D-	
56-59	E+	
53-55	E	
50-52	E-	2
0-49	F	

4. Вопросы к экзамену по дисциплине «Методы и средства высокопродуктивных вычислений»

2. Динамические свойства параллельных программ.
3. Постановка задачи сбалансированного распределения вычислительной загрузки на мультимикрокомпьютерах.
4. Обзор методов и программных средств разбиения графов.
5. Обзор системы NumGRID
6. Классификация распределенных вычислительных систем.
7. Требования к организации грид-систем.
8. Каковы ограничения максимальной производительности однопроцессорных ЭВМ.

9. Параллельные и распределенные вычисления и их техническая основа - вычислительные кластеры, ГРИД-системы и суперкомпьютеры.
10. Виды параллелизма.
11. Основные проблемы использования параллельной обработки данных.
12. Закон Амдаля о существовании последовательных алгоритмов.
13. Закон Мура о росте производительности последовательных компьютеров.
14. Закон Гроша о стоимости параллельных систем.
15. Гипотеза Минского о влиянии потерь на взаимодействие на степень ускорения параллельных вычислений по сравнению с последовательными.
16. Конвейерные и векторные вычисления. Процессорные матрицы. Многопроцессорные вычислительные системы с общей и распределенной памятью.
17. Схемы коммутации.
18. Схемы взаимодействия ветвей параллельных алгоритмов
19. Типовые топологии схем коммутации.
20. Аппаратная реализация и программная эмуляция топологий.
21. Классификация многопроцессорных вычислительных систем.
22. Систематика Флинна. Потoki данных (команд).
23. Виды многопроцессорных систем и кластеров
24. Модели параллельных вычислительных процессов.
25. Концепция неограниченного параллелизма. Компьютер с неограниченным параллелизмом (паракомпьютер).
26. Модели многопроцессорных систем с общей и распределенной памятью. Модель конвейерной системы.
27. Модель алгоритма в виде графа "операнд - операции". Представление алгоритма в виде графа потока данных.
28. Расписание параллельных вычислений. Показатель временной сложности алгоритма.
29. Оценка времени выполнения алгоритма для паракомпьютера (предельное распараллеливание) и для систем с конечным количеством процессоров.
30. Способы получения оптимального расписания вычислений.
31. Модель параллельных вычислений в виде сети Петри.
32. Основные проблемы параллельных вычислений: синхронизация, взаимоисключение, блокировка (тупики).
33. Поточковая модель параллельных вычислений.
34. Проблемы взаимодействия процессов. Синхронизация параллельных процессов.
35. Механизмы взаимоисключения: алгоритм Деккера, семафоры (Дейкстра), мониторы (Вирт).
36. Взаимодействие параллельных процессов посредством механизма передачи сообщений. Механизмы передачи.
37. Понятие тупика и условия его возникновения. Предотвращение тупиков. Обнаружение тупиков и восстановление состояния процессов.
38. Параллелизм данных и параллелизм задач. Показатель эффективности распараллеливания (ускорение).
39. Эффективность использования вычислительной системы. Способы оценки показателей.
40. Оценка коммуникационной трудоемкости параллельных алгоритмов. Характеристики топологий сети передачи данных.
41. Алгоритмы маршрутизации. Методы передачи данных. Анализ трудоемкости основных операций передачи данных.
42. Передача данных между двумя процессорами сети.
43. Одиночная и множественная рассылка сообщений. Операция циклического сдвига.
44. Уровни распараллеливания вычислений: команд, выражений, программных модулей, отдельно выполняемых заданий.

45. Этапы построения параллельных алгоритмов и программ.
46. Реализация алгоритма в виде параллельной программы. Построение исполняемой программы для параллельной вычислительной системы.
47. Использование распространенных языков программирования и коммуникационных библиотек и интерфейсов.
48. Распараллеливающие компиляторы, проблема выделения потенциального параллелизма последовательных программ. Специальные комментарии и директивы компилятору.
49. Параллельные языки программирования и расширения стандартных языков.
50. Средства автоматического распараллеливания, параллельные компиляторы.
51. Параллельные предметные библиотеки. Инструментальные системы для проектирования параллельных программ.
52. Предотвращение тупиков. Коллективные функции обмена данных: широковещательная рассылка, функции сбора и рассыпания данных.
53. Функции редукции данных. Создание групп процессов, области связи, коммутаторы. Обмен данными внутри группы, межгрупповой обмен.
54. Топология обменов. Декартовы топологии. Топологии произвольного графа.
55. Последовательные и параллельные нити программы. Организация параллельных секций.
56. Параллельные циклы. Директивы синхронизации. Классы переменных.
57. Перспективы развития МВС и параллельного программирования.

Паспорт расчетно-графического задания (работы)

по дисциплине «Методы и средства высокопродуктивных вычислений», 3 семестр

1. Методика оценки

В рамках расчетно-графической работы студенты должны разработать последовательную реализацию программы для указанного преподавателем задания, и не менее одной из параллельных реализаций:

- для многоядерного процессора с общей памятью с использованием OpenMP;
- для графического процессора с использованием CUDA или OpenCL, параллельную реализацию;
- для системы с распределенной памятью (кластера) с использованием MPI;

а также исследовать временные характеристики вычислительных и коммуникационных процессов разработанных программ в зависимости от объема исходных данных и степени распараллеливания.

Обязательные структурные части РГЗ: выбор и обоснование алгоритмов последовательной реализации, алгоритмов каждой из параллельных реализаций, анализ временных соотношений последовательной и параллельных реализаций решения поставленной задачи.

Оцениваемые позиции: наличие нескольких реализаций программы, качество распараллеливания, степень ускорения параллельных реализаций по отношению к последовательной.

2. Критерии оценки

- Работа считается **не выполненной**, если не реализованы либо последовательная, либо все три параллельные реализации.
- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если разработаны и исследованы последовательная и какая-либо одна из параллельных реализаций программы, оценка составляет от 20 до 40 баллов.
- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если разработаны и исследованы последовательная и какие-либо две из параллельных реализаций программы, оценка составляет от 41 до 50 баллов.
- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если разработаны и исследованы последовательная и все три параллельных реализации программы, оценка составляет от 51 до 60 баллов

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за РГЗ(Р) учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Примерный перечень тем РГЗ(Р)

1. Сортировка пузырьковая (обменная)
2. Сортировка вставками
3. Сортировка выбором
4. Сортировка слиянием

5. Быстрая сортировка
6. Сортировка Шелла
7. Пирамидальная сортировка
8. Поразрядная сортировка
9. Вычисление определителя матрицы
10. Вычисление характеристического многочлена матрицы и его корней
11. Умножение матриц
12. Сложение матриц
13. Возведение матрицы в заданную степень
14. Умножение вектора на матрицу
15. Вычисление обратной матрицы
16. Найти компактную подматрицу заданного размера с максимальной суммой элементов в заданной матрице
17. Найти разреженную подматрицу заданного размера с максимальной суммой элементов в заданной матрице
18. Факторизация заданного числа
19. Решение системы линейных уравнений методом Гаусса
20. Решение системы линейных уравнений методом Якоби
21. Решение системы линейных уравнений методом Крамера
22. Решение системы линейных уравнений методом Гаусса-Зейделя
23. Решение системы линейных уравнений методом релаксации
24. Поиск кратчайшего пути между заданными вершинами на заданном взвешенном графе
25. Определение количества различных путей между заданными вершинами на ориентированном графе
26. Определение количества различных непересекающихся по ребрам путей между заданными вершинами на ориентированном графе
27. Определение количества различных непересекающихся по вершинам путей между заданными вершинами на ориентированном графе
28. Поиск минимального охватывающего дерева взвешенного графа
29. Разбить заданный взвешенный неориентированный граф на заданное количество подграфов с минимальными суммами расстояний между вершинами в каждом подграфе
30. Найти минимальную правильную раскраску заданного графа
31. Вычисление корней алгебраического уравнения одной переменной большой размерности на заданном интервале
32. Вычислить произведение двух заданных полиномов N переменных
33. Найти количество всех вхождений заданной подстроки в заданной строке (порядок следования символов важен, но символы подстроки в строке не обязательно должны следовать друг за другом, например, в строке ххузу подстрока ху встречается 4 раза, подстрока хz - 2 раза, подстроки хх, зу и уz - по одному разу, а подстроки ух, уу, zx и zz - ни разу)
34. Любое число n_0 , большее единицы, порождает последовательность вида:

$$n_{i+1} = (n_i \% 2 == 0 ? n_i / 2 : 3 * n_i + 1),$$
 последним элементом которой является 1 (например: 13->40->20->10->5->16->8->4->2->1). Найти наибольшее, меньшее заданного N , число, порождающее самую длинную такую последовательность.
35. Число называется циркулярно простым, если любая круговая перестановка его цифр есть простое число (например – 197 или 31 или 17). Найти количество циркулярно простых чисел в диапазоне от N до M
36. Число называется укорачиваемым простым слева, если последовательное удаление его десятичных цифр, начиная со старшей, дает простые числа (пример: 3797, 797, 97, 7). Это же число является укорачиваемым простым справа (3797, 379, 37, 3). Найти

максимальные укорачиваемые простые слева, справа, с обеих сторон числа, меньшие заданного N

37. Найти первые N последовательно возрастающих на величину k чисел, больших заданного числа, все делители которых различны (два таких числа, возрастающих на 1 – это $14=2*7$ и $15=3*5$)

38. Найти максимальное простое число, меньшее заданного N , которое может быть записано, как сумма последовательно возрастающих простых чисел

39. Найти наименьшее число n , большее заданного N такое, что числа $2*n$, $3*n$, $4*n$, $5*n$ и $6*n$ содержат тот же набор цифр (цифр в них может быть больше, чем в числе n), что и число n

40. Для заданного положительного числа n найти количество различных способов его получения в результате суммирования заданного количества k положительных целых чисел (например, $5=1+1+3=1+2+2$ – итого 2 способа выразить 5 как сумму 3-х чисел).

41. Найти минимальное число, которое может быть разложено в сумму простых чисел не менее, чем N различными способами (например, для числа 10 существует ровно 5 таких способов: $10 = 7+3 = 5+5 = 2+3+5 = 2+2+3+3 = 2+2+2+2+2$)

42. Для любого положительного целого числа n обозначим через $p(n)$ количество способов представления n в виде суммы целых положительных чисел (например, $p(5) = 7$, потому что $5 = 5 = 4+1 = 3+2 = 3+1+1 = 2+2+1 = 2+1+1+1 = 1+1+1+1+1$). Найти минимальное число n , для которого $p(n)$ делится на заданное число d без остатка.

43. Найти максимальное число, меньшее заданного, которое может быть представлено как сумма степеней 2, 3 и 4 простых чисел (минимальное такое число есть $28 = 2^2+2^3+2^4$)

44. Найти максимальное простое число, меньшее заданного N , десятичное представление которого содержит наибольшее количество одинаковых цифр.

45. Найти максимальное число, меньшее заданного, которое равно сумме его десятичных цифр, возведенной в степень, большую 1 (например, $512 = (5+1+2)^3$)

46. Найти наибольший палиндром (число, одинаково читающееся слева направо и справа налево), меньший заданного числа N , который является суммой квадратов последовательно расположенных чисел (например, число-палиндром $595 = 6^2+7^2+8^2+9^2+10^2+11^2+12^2$)

47. Найти наименьшее простое число, большее заданного N такое, что начало и окончание его десятичного представления являются последовательными простыми числами (например, число 3137 и числа 31 и 37)

48. Близнецами называются простые числа, разница между которыми равна двум (например: 29 и 31, 41 и 43, ...). Найти две соседние пары близнецов, расстояние между серединами которых больше заданного N

49. Найти наименьшие целые числа $x > y > z$, большие заданного N , такие, что $x+y$, $x-y$, $x+z$, $x-z$, $y+z$, $y-z$ являются полными квадратами других чисел

50. Найти наибольшее простое число, меньшее заданного N , такое, что последовательность его цифр в обратном порядке тоже является простым числом (такowymi являются, например, числа 31, 71, 101, ...)

51. Найти наименьшее число, большее заданного N , такое, что сумма квадратов его десятичных цифр есть полный квадрат (например, таким является число 442: $4^2+4^2+2^2 = 36 = 6^2$)

52. Найти наименьшее число n , большее заданного N , имеющее точно такое же количество различных делителей, какое имеет число $n+1$

53. Найти в заданном диапазоне от N_1 до N_2 ($N_2 > N_1$) два простых числа, имеющие минимальное и максимальное значения произведений начала и конца своего десятичного представления (учитывать все возможные способы разбиения этого представления на две части)

54. Найти минимальное число, большее заданного, которое равно сумме его десятичных цифр, возведенной в степень, большую 1 (например, $4913 = (4+9+1+3)^3$)

55. Найти минимальное число, большее заданного N , которое делится нацело на все заданные числа n_1, n_2, \dots, n_k
56. Найти наименьший палиндром (число, одинаково читающееся слева направо и справа налево), который является произведением двух различных n -значных чисел
57. Найти минимальное число, большее заданного, которое может быть представлено как сумма степеней 2, 3, 4 и 5 простых чисел (наименьшее такое число есть $60 = 2^2 + 2^3 + 2^4 + 2^5$)
58. Найти наименьшее простое число, большее заданного N , такое, что начало и окончание его десятичного представления являются последовательными простыми числами (например, число 3137 и числа 31 и 37)
59. Найти наименьшее простое число, большее заданного N , которое является суммой нескольких последовательно возрастающих простых чисел
60. Найти наименьшее простое число, большее заданного N , такое, что последовательность его цифр в обратном порядке тоже является простым числом (такowymi являются, например, числа 31, 71, 101, ...)
61. Найти максимальное число, меньшее заданного N , имеющее наибольшее количество не обязательно различных простых делителей
62. Найти минимальное число n , большее заданного, такое, что сумма его десятичных цифр равна сумме десятичных цифр числа $137 * n$
63. Существуют такие числа n , для которых сумма любого его делителя d с результатом деления n/d является простым числом (таково число 30, имеющее делители 1, 2, 3, 5, 6, 10, 15, 30). Найти наименьшее такое число, большее заданного N
64. Найти сумму всех целых чисел, меньших N , которые не делятся нацело на заданные числа n_1, n_2, \dots, n_k
65. Найти наименьшее целое число, которое делится без остатка на все числа в диапазоне $[n_1, n_2]$
66. Вычислить сумму простых чисел, находящихся в диапазоне от N до M