

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Кломин Юрий Сергеевич  
Должность: и.о. ректора  
Дата подписания: 07.02.2025 12:35:30  
Уникальный программный ключ:  
4e7c4ea90328ec8e65c5d8058549a27b1001

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

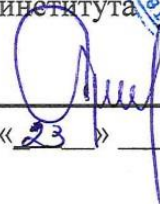
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования

**«ТЮМЕНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Строительный институт

**УТВЕРЖДАЮ**  
Директор строительного  
института



  
А.В. Набоков  
« 23 » 03 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины: Строительная механика  
научная специальность: 2.1.9 Строительная механика

Рабочая программа разработана в соответствии с утвержденным учебным планом от 16.03.2023 г. и требованиями программы аспирантуры 2.1.9 Строительная механика к результатам освоения дисциплины

Рабочая программа рассмотрена  
на заседании кафедры строительной механики  
Протокол № 8 от «17» марта 2023 г.

И.о. заведующего выпускающей кафедрой  П.В. Чепур

СОГЛАСОВАНО:

Начальник УНИиР  Д.В. Пяльченков

«20» 03 2023 г.

Начальник ОПНиНПК  Е.Г. Ишкина

«20» 03 2023 г.

Рабочую программу разработал:

Ю.В. Огороднова, к.т.н., доцент



## 1. Цели и задачи освоения дисциплины

**Целью** дисциплины является овладение научно-техническим языком и освоение основных методов решения задач строительной механики стержневых систем, на базе которых строится большинство специальных дисциплин инженерно-технического образования, а также воспитание общенаучных и профессиональных компетенций, нацеленных на развитие личностных и профессиональных качеств, формирования мировоззрения, развития интеллекта, инженерной эрудиции.

**Задачи** дисциплины:

- дать обучающемуся представления о постановке инженерных и технических задач, их формализации, выборе модели изучаемого механического явления;
- привить навыки использования математического аппарата для решения инженерных задач в области строительной механики;
- освоить основы методов статического и динамического расчёта конструкций и их элементов;
- освоить основы кинематического и динамического исследования элементов строительных конструкций;
- формировать знания и навыки, необходимые для изучения ряда профессиональных дисциплин;
- развивать логическое мышление и творческий подход к решению профессиональных задач.

## 2. Место дисциплины в структуре программы аспирантуры

Дисциплина «Строительная механика» относится к дисциплинам обязательной части, формируемой участниками образовательных отношений учебного плана.

## 3. Результаты обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- готовность организовать работу исследовательского коллектива в области строительства;
- способность разрабатывать стратегии проведения научных исследований и разработок, осуществлять организацию и выполнение специализированных расчетов, анализировать полученные результаты.

## 4. Объем дисциплины

Общий объем дисциплины составляет 12 зачетных единиц, 432 часа.

Таблица 1

Курс/ семестр	Аудиторные занятия/контактная работа, час.		Кон- троль, час.	Самостоя- тельная работа, час.	Форма промежуточной аттестации
	Лекции	Практические заня- тия			
2/4	16	32	0	132	Зачет с оценкой
3/5	16	32	36	168	Кандидатский экзамен

## 5. Структура и содержание дисциплины

### 5.1 Структура дисциплины.

Таблица 2

№ п/п	Структура дисциплины		Аудиторные занятия, час.		СР, час.	Всего, час.	Оценочные средства
	Номер раздела	Наименование раздела	Л.	Пр.			
4 семестр							
1	1	Метод сил	4	12	30	46	Перечень вопросов для опроса
2	2	Метод перемещений	4	12	30	46	Перечень вопросов для опроса
3	3	Смешанный метод	2	8	30	40	Перечень вопросов для опроса
4	4	Метод конечных элементов	6	0	42	48	Перечень вопросов для опроса
Итого:			16	32	132	180	
5 семестр							
5	5	Нелинейные задачи строительной механики	16	32	168	216	Перечень вопросов для опроса
		Кандидатский экзамен	-	-	36	36	Перечень вопросов для подготовки к кандидатскому экзамену
Итого:			16	32	204	216	
Всего:			32	64	336	432	

### 5.2 Содержание дисциплины.

#### 5.2.1 Содержание разделов дисциплины.

##### **Раздел 1. «Метод сил».**

Свойства статически неопределимых систем. Степень статической неопределимости. Идея метода сил. Система канонических уравнений. Выбор основных систем метода сил. Общая последовательность расчёта. Расчёт при наличии начальных деформаций. Упрощения при расчёте симметричных систем. Расчёт пространственных рам. Матричная форма метода сил. Применение метода сил к расчёту на подвижную нагрузку.

##### **Раздел 2. «Метод перемещений».**

Основные положения. Степень кинематической неопределимости. Идея метода перемещений. Система канонических уравнений. Последовательность расчёта при действии внешней нагрузки. Расчёт при наличии начальных деформаций. Упрощения при использовании метода перемещений (использование основной системы без постановки линейных связей; учёт симметрии). Расчёт пространственных рам. Матричная форма метода перемещений (общие положения; зависимости между деформациями и перемещениями; матрицы жёсткости прямолинейных стержней постоянного сечения; определение усилий в

расчётных сечениях и реакций в дополнительных связях; последовательность расчёта на действие внешней нагрузки; расчёт при наличии начальных деформаций). Применение метода перемещений к расчёту на подвижную нагрузку. Принципы определения перемещений в статически неопределимых системах.

### **Раздел 3. «Смешанный метод».**

Общие положения. Система канонических уравнений. Общий порядок расчёта. Матричная форма смешанного метода

### **Раздел 4. «Метод конечных элементов».**

Общие положения и идея метода. Общие принципы расчёта на действие внешней нагрузки (матрица жёсткости произвольного конечного элемента; общий ход расчёта). Рамы и балки на упругом основании (общие положения; матрица жёсткости КЭ; выбор рационального размера КЭ; учёт односторонней связи с основанием). Прямоугольные плиты на упругом основании (Общие положения и составление системы разрешающих уравнений, матрица жёсткости прямоугольного элемента плиты; учёт односторонней связи с основанием).

### **Раздел 5. «Нелинейные задачи строительной механики».**

*Тема 1. Основные понятия нелинейной строительной механики.*

Задачи нелинейной строительной механики. Основные понятия и определения. Понятие физической и геометрической нелинейности. Виды физической нелинейности. Понятие о конструктивной нелинейности

*Тема 2. Модель нелинейно-упругого тела.*

Зависимость между напряжениями и деформациями. Основные уравнения и гипотезы для нелинейно упругих и упруго пластичных тел. Зависимости Сен-Венана.

*Тема 3. Методы решения задач по предельному равновесию.*

Понятие о предельном состоянии. Разрушающие нагрузки. Гипотеза теории предельного равновесия. Основные теоремы о разрушающих нагрузках: статическая, кинематическая. Понятие пластического шарнира. Пластический момент сопротивления.

*Тема 4. Предельное равновесие изгибаемых балок. Расчет стержневых систем по методу предельного состояния.*

Основные методы решения нелинейных задач: метод упругих решений, метод предельного равновесия.

*Тема 5. Расчет конструкций с учетом пластических деформаций*

Простые механизмы разрушения. Частичное и полное разрушение. Расчет статически неопределимых балок, рам, ферм с учетом пластических свойств материалов статическим и кинематическим методами.

## 5.2.2 Содержание дисциплины по видам учебных занятий.

### **Лекционные занятия**

Таблица 3

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.	Тема лекции
4 семестр			
1	1	4	Свойства статически неопределимых систем. Степень статической неопределимости. Идея метода сил. Система канонических

			уравнений. Выбор основных систем метода сил. Общая последовательность расчёта. Расчёт при наличии начальных деформаций. Упрощения при расчёте симметричных систем. Расчёт пространственных рам. Матричная форма метода сил. Применение метода сил к расчёту на подвижную нагрузку.
2	2	4	Основные положения. Степень кинематической неопределимости. Идея метода перемещений. Система канонических уравнений. Последовательность расчёта при действии внешней нагрузки. Расчёт при наличии начальных деформаций. Упрощения при использовании метода перемещений (использование основной системы без постановки линейных связей; учёт симметрии). Расчёт пространственных рам. Матричная форма метода перемещений (общие положения; зависимости между деформациями и перемещениями; матрицы жёсткости прямолинейных стержней постоянного сечения; определение усилий в расчётных сечениях и реакций в дополнительных связях; последовательность расчёта на действие внешней нагрузки; расчёт при наличии начальных деформаций). Применение метода перемещений к расчёту на подвижную нагрузку. Принципы определения перемещений в статически неопределимых системах.
3	3	2	Общие положения. Система канонических уравнений. Общий порядок расчёта. Матричная форма смешанного метода.
4	4	6	Общие положения и идея метода. Общие принципы расчёта на действие внешней нагрузки (матрица жёсткости произвольного конечного элемента; общий ход расчёта). Рамы и балки на упругом основании (общие положения; матрица жёсткости КЭ; выбор рационального размера КЭ; учёт односторонней связи с основанием). Прямоугольные плиты на упругом основании (Общие положения и составление системы разрешающих уравнений, матрица жёсткости прямоугольного элемента плиты; учёт односторонней связи с основанием).
Итого:		16	
5 семестр			
5	5	2	Введение. Понятие нелинейности. Условия линейности в задачах строительной механики. Виды нелинейности. Физическая нелинейность. Диаграммы нелинейно-упругого, упруго-пластичного и жестко-пластичного материала
6	5	4	Расчет стержневых систем, работающих на растяжение-сжатие. Статически определимые и статически неопределимые системы.
7	5	2	Определение предельной нагрузки для ферм. Статический и кинематический метод решения задачи предельного равновесия
8	5	4	Расчет изгибаемых систем. Пластический момент сопротивления. Пластический шарнир. Определение предельной нагрузки для статически определимых и неопределимых балок с использованием статического и кинематического метода.

9	5	4	Расчет плоских рам методом предельного равновесия. Расчет гибких нитей
Итого:		16	
Всего:		32	

### Практические занятия

Таблица 4

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.	Тема занятия
4 семестр			
1	1	12	Расчёт плоских рам. Расчёт плоских рам при наличии начальных деформаций. Применение упрощений при расчёте симметричных систем. Расчёт пространственных рам. Применение при расчётах матричной формы метода сил. Расчёт методом сил на подвижную нагрузку.
2	2	12	Расчёт стержневых систем при наличии начальных деформаций. Использование упрощений при расчёте методом перемещений. Расчёт пространственных рам. Применение метода перемещений к расчёту на подвижную нагрузку. Определение перемещений в статически неопределимых системах.
3	3	8	Расчёт стержневых систем смешанным методом в матричной форме.
Итого:		32	
5 семестр			
4	5	6	Расчет стержневых систем, работающих на растяжение-сжатие, используя метод предельного равновесия.
5	5	4	Определение предельной нагрузки для ферм статическим и кинематическим методом, используя метод предельного равновесия.
6	5	2	Развитие пластических деформаций в изгибаемой балке (статически определимая и неопределимая балки), используя метод предельного равновесия.
7	5	8	Определение предельной нагрузки для неразрезной балки, используя статический и кинематический метод выравнивания нагрузки
8	5	12	Расчет статически определимых и статически неопределимых рам по предельному равновесию статическим и кинематическим методами.
Итого:		32	
Всего:		64	

## Самостоятельная работа

Таблица 5

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.	Тема	Вид СР
4 семестр				
1	1	30	Метод сил	Устный опрос
2	2	30	Метод перемещений	Устный опрос
3	3	30	Смешанный метод	Устный опрос
4	4	42	Метод конечных элементов	Устный опрос
Итого:		132		
5 семестр				
5	5	168	Нелинейные задачи строительной механики	Устный опрос
6	1-5	36	Перечень вопросов для подготовки к кандидатскому экзамену	Подготовка к кандидатскому экзамену
Итого:		204		
Всего:		336		

5.2.3 Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- Информационные технологии: используются электронные образовательные ресурсы (документы в электронном виде, размещенные в локальной сети ТИУ) при подготовке к лекциям и лабораторным занятиям.
- Проблемное обучение - стимулирование к самостоятельному приобретению знаний, необходимых для решения конкретной проблемы.
- Индивидуальное обучение - выстраивание собственной образовательной траектории на основе формирования индивидуальной образовательной программы с учетом интересов студента.
- Мультимедийные презентации с целью наглядного изучения и зрительного восприятия понятий, классификаций, задач и функций данной дисциплины.
- Групповое обсуждение области применения информационных и коммуникационных технологий и контексте специфических задач, решаемых преподавателем и обучающимся. Групповое обсуждение происходит посредством устных ответов на практических занятиях. Дает наиболее всесторонний и объемный характер изучения данной дисциплины, а также обмен мнениями и информацией между студентами.

### 6. Перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Кинематический анализ сооружений;
2. Расчет статически определимых стержневых систем (балки, рамы, фермы);
3. Определение перемещений в упругих системах;
4. Расчет статически неопределимых систем методом сил;
5. Расчет статически неопределимых систем методом перемещений и смешанным методом;
6. Расчет стержневых систем и использованием ЭВМ;



7. Метод конечных элементов в расчете стержневых и оболочечных систем.
8. Сравнительный анализ статического и кинематического методов расчета статически неопределимой рамы по предельному равновесию.

### **7. Перечень вопросов для подготовки к кандидатскому экзамену**

Для сдачи кандидатского экзамена по специальной дисциплине аспиранту/соискателю ученой степени кандидата наук (далее – соискатель) необходимо подготовиться по следующим вопросам.

1. Свойства статически неопределимых систем. Степень статической неопределимости. Идея метода сил. Система канонических уравнений. Выбор основных систем метода сил. Общая последовательность расчёта.
2. Расчёт методом сил при наличии начальных деформаций. Упрощения при расчёте симметричных систем.
3. Расчёт пространственных рам методом сил.
4. Матричная форма метода сил.
5. Применение метода сил к расчёту на подвижную нагрузку.
6. Основные положения метода перемещений. Степень кинематической неопределимости. Идея метода перемещений. Система канонических уравнений. Последовательность расчёта при действии внешней нагрузки.
7. Расчёт методом перемещений при наличии начальных деформаций. Упрощения при использовании метода перемещений (использование основной системы без постановки линейных связей; учёт симметрии).
8. Расчёт пространственных рам методом перемещений.
9. Матричная форма метода перемещений (общие положения; зависимости между деформациями и перемещениями; матрицы жёсткости прямолинейных стержней постоянного сечения; определение усилий в расчётных сечениях и реакций в дополнительных связях; последовательность расчёта на действие внешней нагрузки; расчёт при наличии начальных деформаций).
10. Применение метода перемещений к расчёту на подвижную нагрузку. Принципы определения перемещений в статически неопределимых системах.
11. Общие положения смешанного метода. Система канонических уравнений. Общий порядок расчёта.
12. Матричная форма смешанного метода.
13. Общие положения и идея метода КЭ. Общие принципы расчёта на действие внешней нагрузки (матрица жёсткости произвольного конечного элемента; общий ход расчёта).
14. Рамы и балки на упругом основании (общие положения; матрица жёсткости КЭ; выбор рационального размера КЭ; учёт односторонней связи с основанием).
15. Какие основные принципы лежат в основе линейной строительной механики?
16. Какие виды нелинейности учитываются при прочностных расчетах инженерных сооружений и конструкций?
17. Дать понятие физической нелинейности, для каких материалов она характерна?
18. Дать понятие геометрической нелинейности, пример.
19. Дать понятие конструктивной и генетической нелинейности.
20. Какие гипотезы линейной строительной механики не соблюдаются при учете

физической нелинейности?

21. Какие гипотезы линейной строительной механики не соблюдаются при учете геометрической нелинейности?

22. Какие гипотезы линейной строительной механики не соблюдаются при учете конструктивной нелинейности?

23. Какой вид имеют диаграммы деформирования упругого, упругопластического, жесткопластического и нелинейно-упругого материала?

24. Понятие пластического шарнира при изгибе элементов стержневой системы.

25. Понятие предельной нагрузки, методы определения.

26. Способы определения предельной нагрузки (пример).

27. Расчет неразрезных балок по методу предельного состояния постоянного по длине сечения.

28. Расчет неразрезных балок по методу предельного состояния переменного по длине сечения.

29. Методика расчета рам по методу предельного равновесия.

30. Примеры различных видов разрушения в рамах кинематическим методом.

Кандидатский экзамен проводится в устной форме по экзаменационным билетам, в билете три вопроса.

## 8. Оценка результатов освоения дисциплины

Критерии оценивания степени полноты и качества освоения в соответствии с планируемыми результатами обучения для зачета с оценкой, для кандидатского экзамена.

Таблица 6

Оценка	Критерии оценки
«Отлично»	Выставляется отвечающему, глубоко и прочно усвоившему материал, исчерпывающе, грамотно и логически стройно его излагающего. Представлена схема (если в ответе на вопросе есть конструктивные элементы). Соответствующие знание, умения и владение сформированы полностью.
«Хорошо»	Выставляется отвечающему, твердо знающему материал, грамотно и по существу излагающего его. Отвечающий не допускает существенных неточностей в ответе на вопросы. Соответствующие знание, умения и владение сформированы в целом полностью, но содержат отдельные пробелы.
«Удовлетворительно»	Выставляется отвечающему, который имеет знания только основного материала, но не усвоил его детали, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения последовательности в изложении материала. Отвечающий показывает общее, но не структурированное знание, в целом успешное, но не систематическое умение и владение соответствующих компетенций.
«Неудовлетворительно»	Выставляется отвечающему, который не усвоил значи-

	тельной части материала, допускает существенные ошибки. Отвечающий показывает фрагментарные знания (или их отсутствие), частично освоенное умение (или его отсутствие), фрагментарное применение навыка (или его отсутствие) соответствующих компетенций.
--	---

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1 Перечень рекомендуемой литературы представлен в Приложении 1.

8.2 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

Электронная библиотека Тюменского индустриального университета  
<http://webirbis.tsogu.ru/>

ЭКБСОН – информационная система доступа к электронным каталогам библиотек сферы образования и науки <http://www.vlibrary.ru/>

Цифровой образовательный ресурс IPR SMART <https://www.iprbookshop.ru/>

ЭБС «Консультант студента» [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru)

ЭБС Лань (ООО «Издательство ЛАНЬ») <https://e.lanbook.com>

Образовательная платформа «ЮРАЙТ» [urait.ru](http://urait.ru)

Научная электронная библиотека «ELIBRARY.RU» <http://www.elibrary.ru>

Национальная электронная библиотека (НЭБ)

Электронная нефтегазовая библиотека РГУ нефти и газа им. Губкина  
<http://elib.gubkin.ru/>

Электронная библиотека Уфимского государственного нефтяного технического университета (УГНТУ)  
[http://bibl.rusoil.net/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=418](http://bibl.rusoil.net/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=418)

Библиотечно-информационный комплекс Ухтинского государственного технического университета (УГТУ) <http://lib.ugtu.net/books>

8.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в т.ч. отечественного производства:

1. Microsoft Office Professional Plus;
3. Windows.

## 9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения для проведения всех видов работы, предусмотренных учебным планом, укомплектованы необходимым оборудованием и техническими средствами обучения.

Таблица 7

№ п/п	Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе помещения для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, учебно-наглядных пособий	Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом
Лекционные занятия:		
1	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа; групповых и индивидуальных консульта-	625001, Тюменская область, г. Тюмень, ул. Луначарского,

	ций; текущего контроля и промежуточной аттестации, №902, Учебная мебель: столы, стулья, доска аудиторная. Компьютер в комплекте – 1 шт., проектор – 1 шт., проекционный экран – 1 шт.	д.2 корп. 9
Практические занятия:		
2	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа (практические занятия); групповых и индивидуальных консультаций; текущего контроля и промежуточной аттестации, №704, Учебная мебель: столы, стулья, доска аудиторная.	625001, Тюменская область, г. Тюмень, ул. Луначарского, д.2, корп. 9
Самостоятельная работа		
3	Помещение для самостоятельной работы обучающихся с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, №355, Учебная мебель: столы, стулья, доска аудиторная. Компьютер в комплекте – 5 шт., проектор – 1 шт., проекционный экран – 1 шт.	625001, Тюменская область, г. Тюмень, ул. Луначарского, д.2 корп. 8/1
4	Помещение для самостоятельной работы обучающихся с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, №362, Учебная мебель: столы, стулья, доска аудиторная. Компьютер в комплекте – 5 шт.	625001, Тюменская область, г. Тюмень, ул. Луначарского, д.2 корп. 8/1

## 10. Методические указания по организации самостоятельной работе

### 10.1 Методические указания по подготовке к практическим занятиям.

На практических занятиях обучающиеся изучают методику и выполняют типовые расчеты. Для эффективной работы обучающиеся должны иметь инженерные калькуляторы и соответствующие канцелярские принадлежности. В процессе подготовки, к практическим занятиям обучающиеся могут прибегать к консультациям преподавателя. Наличие конспекта лекций на практическом занятии обязательно.

### 10.2 Методические указания по организации самостоятельной работы.

Самостоятельная работа обучающихся заключается в получении заданий (тем) у преподавателя для индивидуального освоения. Преподаватель на занятии дает рекомендации, необходимые для освоения материала. В ходе самостоятельной работы обучающиеся должны изучить теоретический материал по разделам. Обучающиеся должны понимать содержание выполненной работы (знать определения понятий, уметь разъяснить значение и смысл любого термина, используемого в работе и т.п.).

**КАРТА**  
**обеспеченности дисциплины учебной и учебно-методической литературой**

Дисциплины: Строительная механика

Научная специальность: 2.1.9 Строительная механика

№ п/п	Название учебного, учебно-методического издания, автор, издательство, вид издания, год издания	Количество экземпляров в БИК	Контингент обучающихся, использующих указанную литературу	Обеспеченность обучающимися литературой, %	Наличие электронного варианта в ЭБС (+/-)
1	2	3	4	5	6
1	Строительная механика: учебник для вузов / В. А. Смирнов, А. С. Городецкий. - 2-е изд., пер. и доп. - М: Издательство Юрайт, 2022. - 423 с. - (Высшее образование). - URL: <a href="https://urait.ru/bcode/488805">https://urait.ru/bcode/488805</a> . -	ЭР*	25	100	+
2	Строительная механика [Электронный ресурс]: учеб. / Н.Н. Шапошников, Р.Х. Кристаллинский, А.В. Дарков. – 14-е изд., стер. – [Б. м]: Лань, 2018. – 692с. – Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/105987">https://e.lanbook.com/book/105987</a>	ЭР*	25	100	+
3	Нелинейные задачи строительной механики: курс лекций / Д. А. Шляхин. — Самара: Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2017. — 155 с. — ISBN 978-5-9585-0713-9. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <a href="http://www.iprbookshop.ru/83599.html">http://www.iprbookshop.ru/83599.html</a>	ЭР*	25	100	+

\*ЭР – электронный ресурс доступный через Электронный каталог/Электронную библиотеку ТИУ <http://webirbis.tsogu.ru/>