



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

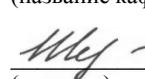
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА

«СОГЛАСОВАНО»
Руководитель ОП


_____ В.М. Каморный _____
(подпись) (Ф.И.О. рук. ОП)
« 02 » июня 2016 г.

«УТВЕРЖДАЮ»
Заведующий (ая) кафедрой
геодезии, землеустройства и кадастра
(название кафедры)


_____ Н.В. Шестаков _____
(подпись) (Ф.И.О. зав. каф.)
« 02 » июня 2016 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
ТЕОРИЯ ФИГУРЫ ПЛАНЕТ И ГРАВИМЕТРИЯ**

**Специальность 21.05.01 Прикладная геодезия
специализация «Инженерная геодезия»**

Форма подготовки очная

курс 4 семестр 7, 8
лекции 18 (час.)
практические занятия 54 (час).
в том числе с использованием МАО 26 час.
лабораторные работы не предусмотрены
всего часов аудиторной нагрузки 72 (час.)
в том числе с использованием МАО лек. _____ / пр. 26 / лаб. _____ час.
самостоятельная работа 144 (час.), в том числе подготовка к экзамену 27 час.
контрольные работы (семестры) -7,8
курсовая работа / курсовой проект не предусмотрены
зачет 7 семестр
экзамен 8 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 07 июня 2016 года № 674

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры геодезии, землеустройства и кадастра, протокол № 10 от « 11 » июня 2016 г.

Заведующий кафедрой Шестаков Н.В.
Составитель: к.т.н., доцент, доцент кафедры Н.В. Шестаков

Оборотная сторона титульного листа РПУД

I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от « 01 » июля 2016 г. № 10

Заведующий кафедрой  Н.В. Шестаков
(подпись) (И.О. Фамилия)

II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от «__» _____ 20__ г. № ____

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

Аннотация дисциплины Теория фигуры планет и гравиметрия

Дисциплина «Теория фигуры планет и гравиметрия» разработана для студентов специальности 21.05.01 Прикладная геодезия, специализация «Инженерная геодезия» и входит в базовую часть Блока 1 Дисциплины (модули) учебного плана (Б1.Б.29).

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 6 зачетных единиц или 216 часов. Учебным планом предусмотрены: лекционные занятия (18 часов), практические занятия (54 часа) и самостоятельная работа студента (144 часа, в том числе подготовка к экзамену - 27 часов). Дисциплина реализуется на 3-м и 4-м курсе в 7-м и 8-м семестрах. Форма контроля – зачет, экзамен.

Основой для изучения дисциплины «Теория фигуры планет и гравиметрия» являются дисциплины: «Высшая геодезия, картография и основы координатно-временных систем», «Теория математической обработки геодезических измерений», «Геодезия».

Целью освоения дисциплины «Теория фигуры планет и гравиметрия» является формирование у студентов понимания теоретических основ гравиметрии, средств и методов измерения силы тяжести, а также практических навыков обработки результатов гравиметрической съемки.

Задачи дисциплины:

- изучение теоретических основ поля силы тяжести Земли и планет Солнечной системы;
- изучение теоретических основ построения гравиметрических сетей;
- изучение средств и методов выполнения гравиметрических измерений и их математической обработки;
- изучение теоретических основ методов изучения возмущений поля силы тяжести Земли методами космического базирования.

Для успешного изучения «Теория фигуры планет и гравиметрия» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

- способность к топографо-геодезическому обеспечению изображения поверхности Земли в целом, отдельных территорий и участков земной

поверхности наземными и аэрокосмическими методами, в том числе, владение методами полевых и камеральных работ по созданию, развитию и реконструкции государственных геодезических, нивелирных, гравиметрических сетей, а также координатных построений специального назначения (ПК-1);

- готовность к выполнению специализированных инженерно-геодезических работ при изысканиях, проектировании, строительстве и эксплуатации инженерных объектов, к проведению специальных геодезических измерений при эксплуатации поверхности и недр Земли (включая объекты континентального шельфа, транспортной инфраструктуры, нефте- и газодобычи), а также при изучении других планет и их спутников (ПК-2);

- готовность к обеспечению единой системы координат на территориях промышленных площадок, городов и других участков земной поверхности (ПК-5);

- готовность к разработке алгоритмов, программ и методик решений инженерно-геодезических задач и владением методами математической обработки результатов полевых геодезических измерений, астрономических наблюдений, гравиметрических определений при проектировании, строительстве и эксплуатации зданий и инженерных сооружений (ПК-13);

- способность к разработке проектов производства геодезических работ и их реализации (ПСК-1.1).

Планируемые результаты обучения по данной дисциплине (знания, умения, владения), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы, характеризуют этапы формирования следующих компетенций:

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ОК-7 - способностью к самоорганизации и самообразованию	Знает	теоретические основы методов определения поля силы тяжести Земли и планет
	Умеет	использовать математический аппарат гравиметрии для получения необходимых теоретических соотношений и параметров, характеризующих поле силы тяжести и фигуру Земли и планет

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
	Владеет	навыками анализа и преобразования теоретических соотношений, используемых для описания поля силы тяжести Земли и планет
ОПК-6 - способностью собирать, систематизировать и анализировать научно-техническую информацию по заданию (теме)	Знает	методы собора, систематизации и анализа научно-технической информации по заданию (теме)
	Умеет	собирать, систематизировать и анализировать научно-техническую информацию по заданию (теме)
	Владеет	навыками собора, систематизации и анализа научно-технической информации по заданию (теме)
ПК-9 - способностью к сбору, обобщению и анализу топографо-геодезической, картографической, астрономо-геодезической и гравиметрической информации, разработке на ее основе методов, средств и проектов выполнения конкретных народно-хозяйственных задач	Знает	методы выполнения гравиметрических съемок и построения гравиметрических сетей
	Умеет	обрабатывать данные гравиметрических наблюдений с целью построения гравиметрических карт
	Владеет	навыками анализа результатов основных видов гравиметрических наблюдений и их использования в производственной деятельности и научной работе
ПК-12 - владением методами исследования, проверок и эксплуатации геодезических, астрономических, гравиметрических приборов, инструментов и систем	Знает	принципы функционирования, принципиальное устройство основных видов гравиметрической аппаратуры. Основы методов выполнения гравиметрических измерений
	Умеет	применять полученные теоретические знания для организации, выполнения и анализа результатов гравиметрических работ
	Владеет	методами и программными средствами для использования результатов гравиметрических измерений космического базирования для выполнения научных исследований в области геодезии и геофизики

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Теория фигуры планет и гравиметрия» применяются следующие методы активного/ интерактивного обучения: лекция-беседа, лекция-дискуссия.

I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

(18 час.)

Модуль 1. Введение в предмет (4 час.)

Тема 1. Введение (2 час.)

1. Введение в предмет.
2. История развития.
3. Научное содержание дисциплины,
4. Задачи и методы исследования.

Тема 2. Строение Земли (2 час.)

1. Знакомство с современными данными о внутреннем строении Земли и планет и методах его изучения.
2. Влияние внутреннего строения Земли и планет на изучаемые в гравиметрии параметры.

Модуль 2. Теория потенциала (6 час.)

Тема 3. Основы теории потенциала силы тяжести (2 час.)

1. Основы теории потенциала силы тяжести.
2. Основы теории потенциала силы тяжести: потенциал силы притяжения.
3. Разложение потенциала земного притяжения в ряд.
4. Основные свойства потенциала притяжения, потенциалы притяжения некоторых тел.
5. Уравнения Лапласа и Пуассона.
6. Потенциал силы тяжести и его основные свойства.

Тема 4. Силы тяжести и гравитационное поле Земли (2 час.)

1. Нормальная силы тяжести и нормальное гравитационное поле Земли.
2. Теорема Клеро.
3. Нормальный и реальный потенциал.
4. Нормальное и реальные значения силы тяжести.

Тема 5. Возмущающий потенциал (2 час.)

1. Возмущающий потенциал
2. Формулы Стокса.
3. Лемма Брунса.
4. Формулы Молоденского.

Модуль 3. Уклонения отвесных линий(2 час.)

Тема 6.Уклонения отвесных линий(2 час.)

1. Уклонения отвесных линий: общие понятия.
2. Связь уклонений отвесных линий с аномалиями силы тяжести.
3. Гравиметрический, астрономо-геодезический и астрономо-гравиметрический методы вычисления уклонений отвесных линий.
4. Достоинства и недостатки методов.
5. Упрощенные формулы для вычисления уклонений отвесных линий.
6. Влияние уклонений отвесных линий на астрономические азимуты и измеренные зенитные расстояния.

Модуль 4. Геопотенциальные системы высот(4 час.)

Тема 7.Высоты(2 час.)

1. Высоты: общие сведения и постановка проблемы.
2. Системы геопотенциальных высот: приближенные, ортометрические, нормальные и динамические высоты.

Тема 8.Нивелирование (2 час.)

1. Астрономо-гравиметрическое нивелирование.
2. Спутниковая альтиметрия.

Модуль 5. Определения силы тяжести(2 час.)

Тема. 9. Основы методов определения силы тяжести(2 час.).

1. Гравиметры.
2. Методы определения силы тяжести: статические и динамические.

3. Основные сведения из теории колебаний математического маятника.
4. Относительные маятниковые определения силы тяжести.
5. Источники влияния на маятниковые определения и способы их устранения.
6. Гравиметры: основные принципы работы, типы, устройство,
7. Источники влияния на определения силы тяжести при помощи гравиметров и способы их устранения.

II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Практические занятия (54час.)

Практические занятия 1-5. Применение GPS/ГЛОНАСС оборудования (10 час.).

1. Применение GPS/ГЛОНАСС оборудования для определения нормальных и ортометрических высот.
2. Построение локальной модели геоида (квазигеоида) по результатам спутниковых определений и нивелирных измерений.
3. Использование Интернет-калькуляторов для вычисления аномалий высот. Интерполяция аномалий высот и аппроксимирование поверхности геоида (квазигеоида).

Практические занятия 6-9. Гравиметрические сети(10 час.)

1. Гравиметрические сети, их классификация и характеристики.
2. Гравиметрические съемки и методы их выполнения.
3. Обработка и уравнивание гравиметрических измерений.
4. Гравиметрические карты и их построение.

Практические занятия 10-13(8 час.)

Вычисление аномалий силы тяжести в редукции за свободный воздух и Буге.

Практические занятия 14-19 (8 час.)

Обработка гравиметрического рейса.

Практические занятия 20-23(8 час.)

Определение коэффициентов в формуле Гельмерта по измерениям силы тяжести.

Практические занятия 24-28(10 час.)

1. Применение гравиметрических данных при решении научных задач – косейсмические смещения земной коры.

2. Постледниковое поднятие, извержение вулканов и другие явления.

III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Теория фигуры планет и гравиметрия» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;

характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;

требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;

критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

п/п	Контролируемые разделы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства	
				Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	Модуль 1. Введение в предмет.	ОК-7	Знает историю становления гравиметрии и ее роль в современной науке	Устный опрос в начале занятия	Вопросы №1-3 Итоговый экспресс-опрос Темы собеседований 1-2
			Умеет сопоставлять различные теории происхождения и внутреннего строения Земли и планет	Устный опрос в начале занятия	Вопросы №1-3 Итоговый экспресс-опрос Темы собеседований 1-2
			Владеет современными понятиями и терминологией гравиметрии и геодезии	Устный опрос в начале занятия	Вопросы №1-3 Итоговый экспресс-опрос Темы собеседований 1-2
2	Модуль 2. Теория потенциала	ОК-7 ПК-9	Знает основные положения теории потенциала и их практические приложения	Устный опрос в начале занятия	Вопросы № 4-23 Итоговый экспресс-опрос Темы собеседований 3
			Умеет оперировать математическим аппаратом теории потенциала. Выполнять анализ полученных выражений и необходимые расчеты.	Устный опрос в начале занятия	Вопросы № 4-23 Итоговый экспресс-опрос Темы собеседований 3
			Владеет методологией применения теории потенциала для получения характеристик поля силы тяжести Земли	Практическая работа	Практическая работа №1
3	Модуль 3. Уклонения отвесных линий	ОК-7 ПК-9	Знает основные положения теории и терминологию, связанные уклонениями отвесных линий	Устный опрос в начале занятия	Вопросы № 24-27 Итоговый экспресс-опрос Темы собеседований 4-5
			Умеет обрабатывать данные наблюдений для получения уклонений отвесных линий разными методами	Практическая работа	Практическая работа №2
			Владеет методологией получения и анализа уклонений отвесных линий	Собеседование	Вопросы № 24-27 Итоговый экспресс-опрос Темы собеседований 4-5

п/п	Контролируемые разделы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства	
				Текущий контроль	Промежуточная аттестация
4	Модуль 4. Геопотенциальные системы высот	ОК-7 ПК-9	Знает основные положения теории и терминологию модуля.	Устный опрос в начале занятия	Вопросы № 28-34 итоговый экспресс-опрос Темы собеседований 6
			Умеет применять полученные теоретические знания для вычисления высот в разных системах	Письменный экспресс-опрос	Вопросы № 28-34 итоговый экспресс-опрос Темы собеседований 6
			Владеет методологией получения и практического использования различных систем геопотенциальных высот.	Собеседование	Вопросы № 28-34 итоговый экспресс-опрос Темы собеседований 6
5	Модуль 5. Определения силы тяжести	ПК-12	Знает основы методов определения силы тяжести	Устный опрос в начале занятия	Вопросы № 35-40 итоговый экспресс-опрос Темы собеседований 7-8
			Умеет обрабатывать данные гравиметрических рейсов	Письменный экспресс-опрос	Вопросы № 35-40 итоговый экспресс-опрос Темы собеседований 7-8
			Владеет методологией получения и практического использования гравиметрических методов	Собеседование	Вопросы № 35-40 итоговый экспресс-опрос Темы собеседований 7-8

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины, представлены в Приложении 2.

V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература (электронные издания)

1. Егоров А.С. Физика Земли [Электронный ресурс] : учебник / А.С. Егоров. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», 2014. — 280 с.
<http://www.iprbookshop.ru/71707.html>

2. Павлов А.Н. Геофизика. Общий курс о природе Земли [Электронный ресурс] : учебник / А.Н. Павлов. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : Российский государственный гидрометеорологический университет, 2006. — 454 с. <http://www.iprbookshop.ru/12484.htm> l

3. Павлов А.Н. Геофизика. Тема 7. Взаимодействие океана и литосферы. Тема 8. Взаимодействие атмосферы и суши. Тема 9. Общая теория развития литосферы [Электронный ресурс] : конспект лекций / А.Н. Павлов. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : Российский государственный гидрометеорологический университет, 2006. — 116 с.
<http://www.iprbookshop.ru/17908.html>

Дополнительная литература (электронные издания)

1) Павлов А.Н. Геофизика. Тема 5. Пространство и время в науках о Земле. Тема 6. Взаимодействие геосфер [Электронный ресурс] : конспект лекций / А.Н. Павлов. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : Российский государственный гидрометеорологический университет, 2004. — 78 с.
<http://www.iprbookshop.ru/17907.html>

2) Павлов А.Н. Геофизика. Тема 7. Взаимодействие океана и литосферы. Тема 8. Взаимодействие атмосферы и суши. Тема 9. Общая теория развития литосферы [Электронный ресурс] : конспект лекций / А.Н. Павлов. —

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

- 1) Научный журнал Известия высших учебных заведений «Геодезия и аэрофотосъемка». МИИГАиК: -М. <http://journal.miigaik.ru/>.
- 2) Научный журнал Journal of Geodesy. Springer.
<https://link.springer.com/journal/190>.
- 3) Данные цифровой модели высот квазигеоида (5'x5')
"Российский гравиметрический геоид - 2000" (ГЦ РАН).
<http://www.wdcb.ru/wdcb/gps/geoid/rggf.htm>

VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

От студентов требуется посещение лекций и практических занятий, обязательное участие в аттестационных испытаниях. Особо ценится активное участие в самостоятельной работе, а также качество контрольных работ.

Для успешной работы студент должен освоить предыдущий материал и ознакомиться с заданной преподавателем литературой, активно участвовать при обсуждении рефератов, вынесенных на самостоятельное изучение тем и уметь правильно оформить документацию, а также грамотно изложить основные идеи прочитанной литературы.

Преподаватель строит занятия в следующей последовательности:

- теоретическая часть;
- решение соответствующей практической задачи;
- предложение подобной самостоятельной задачи (вначале за партой, а затем одному из студентов – у доски), в ходе самостоятельного решения объясняются возможные ошибки;

- комментарии возможной области приложения похожих задач в прямой специальности.

Лектор стимулирует развитие самостоятельного мышления у студентов различными педагогическими приемами.

Практическая часть курса «Теория фигуры планет и гравиметрия» полностью согласована с теоретической частью курса. Темы практических занятий выбраны с таким расчетом, чтобы обеспечить приобретение студентами основных навыков в выполнении исследований и расчетов. После выполнения практических работ (итогом которых является написание студентами отчета) проводится итоговое собеседование с обсуждением целей, задач и содержания выполненных работ.

Изучение тем рекомендуется в последовательности, рекомендованной структурой данной Рабочей программы учебной дисциплины.

Приступить к освоению дисциплины следует в самом начале учебного семестра. Рекомендуется изучить структуру и основные положения Рабочей программы учебной дисциплины (РПУД). Обратить внимание, что кроме аудиторной работы (лекции, практические занятия) планируется самостоятельная работа, результаты которой влияют на окончательную оценку по итогам освоения учебной дисциплины. Все аудиторные и самостоятельные задания необходимо выполнять и предоставлять на оценку в соответствии с планом-графиком.

Использование материалов РПУД

Для успешного освоения дисциплины следует использовать содержание разделов Рабочей программы учебной дисциплины: лекционного курса, материалов практических занятий, методических рекомендаций по организации самостоятельной работы студентов, перечня учебной литературы и других источников информации, контрольно-измерительных материалов (опросы, вопросы зачета), а также дополнительных материалов.

Рекомендации по подготовке к лекционным и практическим занятиям

Успешное освоение дисциплины предполагает активное участие студентов на всех этапах ее освоения. Изучение дисциплины следует начинать с проработки содержания рабочей программы и методических указаний.

При изучении и проработке теоретического материала студентам необходимо:

- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- перед очередной лекцией просмотреть конспект предыдущего занятия;
- при самостоятельном изучении темы сделать конспект, используя рекомендованные в РПУД литературные источники. В случае, если возникли затруднения, обратиться к преподавателю в часы консультаций или на практическом занятии.

Основной целью проведения практических занятий является систематизация и закрепление знаний по изучаемой теме, формирование умений самостоятельно работать с дополнительными источниками информации, аргументировано высказывать и отстаивать свою точку зрения.

При подготовке к практическим занятиям студентам необходимо:

- повторить теоретический материал по заданной теме;
- продумать формулировки вопросов, выносимых на обсуждение;
- использовать не только конспект лекций, но и дополнительные источники литературы, рекомендованные преподавателем.

При подготовке к текущему контролю использовать материалы РПУД (Приложение 2. Фонд оценочных средств).

При подготовке к промежуточной аттестации использовать материалы РПУД (Приложение 2. Фонд оценочных средств).

На самостоятельную работу выносятся подготовка к практическим занятиям. При подготовке к практическим занятиям необходимо ознакомиться с материалами из основной и дополнительной литературы, выучить основной теоретический материал по теме, при необходимости, воспользоваться литературой на русском языке и/или источниками в информационно-телекоммуникационной сети "Интернет".

VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

– Учебная аудитория на 15 мест с мультимедийным проектором для чтения лекций.

– Компьютерный класс с доступом в Интернет на 15 компьютеров.

– Компьютерные программы Credo GNSS, Magnet Office Tools, Trimble Business Center, BERNESE Ver.5.2.

– Библиотечный фонд ДВФУ и кафедры: учебники, справочные пособия, архивные материалы, лекции в виде презентаций, иллюстрации, медиа-файлы (фото, видео).

Рабочее место, которое определено студенту на время практики (если это не полевой период практики) соответствует нормам и требованиям СНиП 23-05-95. При выполнении работ в полевых условиях, студент руководствуется соответствующими нормами и требованиями «Инструкции по технике безопасности при проведении геодезических работ» и других нормативных документов, имеющимися в данной организации. К работе в полевых условиях студент допускается после соответствующего инструктажа и подписи в журнале по технике безопасности. Камеральные работы студенты выполняют в аудитории и в компьютерном классе.

Наименование оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения занятий с перечнем основного оборудования	Адрес (местоположение) учебных кабинетов, объектов для проведения практических занятий, объектов физической культуры и спорта
<p>Мультимедийная аудитория: Экран с электроприводом 236*147 см Trim Screen Line; Проектор DLP, 3000 ANSI Lm, WXGA 1280x800, 2000:1 EW330U Mitsubishi; Подсистема специализированных креплений оборудования CORSA-2007 Tuarex; Подсистема видеокмутации: матричный коммутатор DVI DXP 44 DVI Pro Extron; удлинитель DVI по витой паре DVI 201 Tx/Rx Extron; Подсистема аудиокоммутации и звукоусиления; акустическая система для потолочного монтажа SI 3CT LP Extron; цифровой аудиопроцессор DMP 44 LC Extron; расширение для контроллера управления IPL T CR48</p>	<p>г. Владивосток, о. Русский, п. Аякс д.10, корпус Е</p>
<p>Компьютерный класс: Экран с электроприводом 236*147 см Trim Screen Line; Проектор DLP, 3000 ANSI Lm, WXGA 1280x800, 2000:1 EW330U Mitsubishi; Подсистема специализированных креплений оборудования CORSA-2007 Tuarex; Подсистема видеокмутации: матричный коммутатор DVI DXP 44 DVI Pro Extron; удлинитель DVI по витой паре DVI 201 Tx/Rx Extron; Подсистема аудиокоммутации и звукоусиления; акустическая система для потолочного монтажа SI 3CT LP Extron; цифровой аудиопроцессор DMP 44 LC Extron; расширение для контроллера управления IPL T CR48; беспроводные ЛВС для обучающихся обеспечены системой на базе точек доступа 802.11a/b/g/n 2x2 MIMO(2SS). Моноблок Lenovo C360G-i34164G500UDK (16 шт.)</p>	<p>г. Владивосток, о. Русский, п. Аякс д.10, корпус Е</p>
<p>Электронный теодолит Cst/bergerDGT10 – 18 шт. Нивелир с компенсатором НЗ – 10 шт. Электронный тахеометр LeicaTCR 405 – 6 шт. Спутниковый ГНСС-приемник TopconGB-1000 – 4 шт. Спутниковый ГНСС-приемник PrinCeI80 – 1 шт. Спутниковый ГНСС-приемник TrimbleNetR5 – 1 шт</p>	<p>г. Владивосток, о. Русский, п. Аякс д.10, корпус Л. Лаборатория мониторинга геосфер ауд. L 713</p>
<p>Моноблок HP ProOne 400 All-in-One 19,5 (1600x900), Core i3-4150T, 4GB DDR3-1600 (1x4GB), 1TB HDD 7200 SATA, DVD+/-RW,GigEth,Wi-Fi,BT,usbkbd/mse,Win7Pro (64-bit)+Win8.1 Pro (64-bit), 1-1-1 Wty. Скорость доступа в Интернет 500 Мбит/сек. Рабочие места для людей с ограниченными возможностями здоровья</p>	<p>г. Владивосток, о. Русский, п. Аякс д.10, корпус А, уровень 10. Читальные залы Научной библиотеки ДВФУ с открытым доступом к фонду</p>

<p>Наименование оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения занятий с перечнем основного оборудования</p>	<p>Адрес (местоположение) учебных кабинетов, объектов для проведения практических занятий, объектов физической культуры и спорта</p>
<p>оснащены дисплеями и принтерами Брайля; оборудованы: портативными устройствами для чтения плоскочечатных текстов, сканирующими и читающими машинами видеоувеличителем с возможностью регуляции цветовых спектров; увеличивающими электронными лупами и ультразвуковыми маркировщиками.</p>	

В целях обеспечения специальных условий обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в ДВФУ все здания оборудованы пандусами, лифтами, подъемниками, специализированными местами, оснащенными туалетными комнатами, табличками информационно-навигационной поддержки.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

по дисциплине

«Теория фигуры планет и гравиметрия»

**Специальность 21.05.01 Прикладная геодезия
специализация «Инженерная геодезия»**

Форма подготовки очная

**Владивосток
2016**

Самостоятельная работа по дисциплине «Теория фигуры планет и гравиметрия» включает:

1. Подготовку к устным опросам по предыдущим темам
2. Подготовку по заданиям практических работ
3. Подготовку к итоговой тестовой аттестации

Самостоятельная работа по дисциплине в целом составляет 117 часов. График выполнения самостоятельных работ формируется исходя из следующих требований:

- к началу экзаменационной сессии каждый студент обязан выполнить все самостоятельные работы, предусмотренные программой курса;

- к началу аттестации студент обязан выполнить те самостоятельные работы, которые предусмотрены в уже пройденных темах по дисциплине.

Порядок контроля хода выполнения самостоятельных работ таков: каждый студент обязан в течение двух недель после окончания очередной темы сдать соответствующую работу на проверку. Контроль усвоения лекционного материала осуществляется в начале каждой лекции и 1-2 раза в течение семестра в форме краткого опроса в письменной или устной форме (экспресс-опроса).

Самостоятельная работа состоит из освоения теоретического курса, подготовки практическим занятиям, выполнения самостоятельных работ.

Подготовка к лекционным занятиям

Советуем использовать разные источники: рекомендуемую учебную литературу, электронные образовательные ресурсы - ЭОР (электронные учебные пособия, электронные копии лекционного курса, электронный дидактический материал по наиболее сложным теоретическим вопросам.), Интернет-ресурсы.

Основа подготовки – конспект, где должны быть отражены все основные формулы, определения. Лектор за ограниченное время может лишь дать основы курса. Поэтому конспект - это навигатор по курсу, а не единственный источник знаний. Рекомендуем оставлять поля для своих вопросов, замеча-

ний и дополнений, взятых из учебников или других источников, писать четко, выделять главное, отделять абзацы для лучшего восприятия и осмысления. Конспект с беспорядочными записями делает его почти бесполезным, а качественный сэкономит время подготовки.

Рекомендуем работать с качественными электронными учебниками и пособиями, содержащими навигатор по курсу, полный глоссарий, тестирование для самоконтроля.

Освоение теоретического курса осуществляется не только в результате работы с традиционными печатными учебными изданиями, своим конспектом, электронными ресурсами сети ДВФУ (Ресурсы научной библиотеки) и Интернета, но и в ходе подготовки к практическим занятиям и выполнения самостоятельных работ.

Подготовка к практическим занятиям

Тема практического задания объявляется преподавателям заранее, поэтому к занятию можно изучить теоретический материал с использованием уже перечисленных ресурсов, в том числе, ЭОР.

Практическая часть курса «Теория фигуры планет и гравиметрия» полностью согласована с теоретической частью курса. Темы практических занятий выбраны с таким расчетом, чтобы обеспечить приобретение студентами основных навыков раскрывающих смысл и дополняющих теоретический материал, дающих навыки выполнения расчетов и определений для реализации производственных работ.

От студентов требуется посещение лекций и практических занятий, обязательное участие в аттестационных испытаниях. Особо ценится активное участие в самостоятельной работе, а также качество выполнения и умение пояснить результаты выполнения самостоятельных работ.

Для успешной работы студент должен освоить предыдущий материал и ознакомиться с заданной преподавателем литературой, активно участвовать при обсуждении научных статей, вынесенных на самостоятельное изучение

тем и уметь правильно оформить документацию, а также грамотно изложить основные идеи прочитанной литературы.

План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п / п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение, час	Форма контроля
7 семестр				
1	1-4 неделя	Подготовка к экспресс-опросу № 1	4	Письменный опрос
2	5-8 неделя	Подготовка самостоятельной работы №1	4	Письменная работа, устный опрос
3	9-12 неделя	Подготовка к экспресс-опросу № 2	4	Письменный опрос
4	13-17 неделя	Подготовка самостоятельной работы № 2 Подготовка к зачету	6	Письменная работа, устный опрос. Зачет.
8 семестр				
1	1-4 неделя	Подготовка к экспресс-опросу № 1 Чтение научной литературы по предмету	20	Письменный опрос Обсуждение прочитанных научных работ
2	5-8 неделя	Подготовка самостоятельной работы №1 Чтение научной литературы по предмету	20	Письменная работа, устный опрос Обсуждение прочитанных научных работ
3	9-12 неделя	Подготовка к экспресс-опросу № 2 Чтение научной литературы по предмету	20	Письменный опрос Обсуждение прочитанных научных работ
4	13-17 неделя	Подготовка самостоятельной работы № 2 Чтение научной литературы по предмету	21	Письменная работа, устный опрос Обсуждение прочитанных научных работ
5	18 неделя	Подготовка к экзамену	27	Экзамен

Критерии оценивания устных опросов:

Результат	Полное знание вопросов предыдущей темы	Знание вопросов предыдущей темы с незначительными неточностями	Студент в состоянии ответить на 50% вопросов по предыдущей теме	Знает менее 50% материала
Экспресс- опрос, пояснения результатов выполненной самостоятельной работы	5 баллов	4 балла	3 балла	0 баллов

Критерии оценивания правильности выполнения практической работы

Результат работы	Получены достоверные результаты, студент в состоянии грамотно объяснить методику их получения и в состоянии выполнить их анализ	Результаты с незначительными ошибками, студент в состоянии с незначительными ошибками объяснить методику их получения и в состоянии выполнить их простейший анализ	Результаты с ошибками, студент в состоянии с ошибками объяснить методику их получения	Практическая работа не выполнена
Оценка	5 баллов	4 балла	3 балла	0 баллов

Балльная структура оценки:

- Посещение занятий – 5 баллов;
- Практические работы – 15 баллов;
- Работа на занятии – 20 баллов
- Письменные опросы – 30 баллов
- Всего – 70 баллов.

Шкала оценок к зачету:

- зачтено – 36-70 баллов;
- не зачтено – менее 36.

Шкала оценок к экзамену:

- отлично – 60-70 баллов;
- хорошо – 45-59 баллов;
- удовлетворительно – 30-44 балла.
- неудовлетворительно – менее 30 баллов.

Рекомендации по представлению результатов выполнения самостоятельного задания работы

- Результаты выполнения самостоятельных практических и лабораторных работ представляются в электронной форме в виде программы для ЭВМ, написанной в программной среде Matlab и/или электронной таблицы Excel, либо в виде набора файлов, представляющих собой результат работы, либо текстовые и/или графические документы, являющиеся результатом вычислений, либо теоретических выкладок.

- Информация о результатах выполненной работы должна быть дана в четкой, краткой и ясной форме, включать всю информацию по выполнению заданий, в том числе, построенные диаграммы, таблицы, приложения, список литературы и (или) расчеты, сопровождаемые необходимыми пояснениями и иллюстрациями в виде схем, экранных форм («скриншотов») и т. д. Все написанные программные продукты должны работать при изменении исходных данных.
- Обучающийся должен уметь грамотно с использованием профессиональной терминологии ответить на любой вопрос, касающийся теоретических основ выполнения работы и/или работы сформированного им программного продукта, электронной таблицы, файлов и графических приложений-иллюстраций, "скриншотов" и т.п.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
Высшего профессионального образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине

«Теория фигуры планет и гравиметрия»

**Специальность 21.05.01 Прикладная геодезия
специализация «Инженерная геодезия»**

Форма подготовки очная

**Владивосток
2016**

ПАСПОРТ ФОС

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ОК-7 - способность к самоорганизации и самообразованию	Знает	теоретические основы методов определения поля силы тяжести Земли и планет
	Умеет	использовать математический аппарат гравиметрии для получения необходимых теоретических соотношений параметров, характеризующих поле силы тяжести и фигуру Земли и планет
	Владеет	навыками анализа и преобразования теоретических соотношений, используемых для описания поля силы тяжести Земли и планет
ПК-9 - способностью к сбору, обобщению и анализу топографо-геодезической, картографической, астрономо-геодезической и гравиметрической информации, разработке на ее основе методов, средств и проектов выполнения конкретных народно-хозяйственных задач	Знает	методы выполнения гравиметрических съемок и построения гравиметрических сетей
	Умеет	обрабатывать данные гравиметрических наблюдений с целью построения гравиметрических карт
	Владеет	навыками анализа результатов основных видов гравиметрических наблюдений и их использования в производственной деятельности и научной работе
ПК-12 - владением методами исследования, проверок и эксплуатации геодезических, астрономических, гравиметрических приборов, инструментов и систем	Знает	принципы функционирования, принципиальное устройство основных видов гравиметрической аппаратуры. Основы методов выполнения гравиметрических измерений
	Умеет	применять полученные теоретические знания для организации, выполнения и анализа результатов гравиметрических работ
	Владеет	методами и программными средствами для использования результатов гравиметрических измерений космического базирования для выполнения научных исследований в области геодезии и геофизики

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства		
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация	
1	Модуль 1. Введение в предмет.	ОК-7	Знает историю становления гравиметрии и ее роль в современной науке	Устный опрос в начале занятия	Вопросы №1-Зитоговый экспресс-опрос Темы собеседований 1-2
			Умеет сопоставлять различные теории происхождения и внутреннего строения Земли и планет	Устный опрос в начале занятия	Вопросы №1-Зитоговый экспресс-опрос Темы собеседований 1-2
			Владеет современными понятиями и тер-	Устный опрос в начале за-	Вопросы №1-Зитоговый экспресс-опрос

			минологией гравиметрии и геодезии	нения	Темы собеседований 1-2
2	Модуль 2. Теория потенциала	ОК-7 ПК-9	Знает основные положения теории потенциала и их практические приложения	Устный опрос в начале занятия	Вопросы № 4-23 итоговый экспресс-опрос Темы собеседований 3
			Умеет оперировать математическим аппаратом теории потенциала. Выполнять анализ полученных выражений и необходимые расчеты.	Устный опрос в начале занятия	Вопросы № 4-23 итоговый экспресс-опрос Темы собеседований 3
			Владеет методологией применения теории потенциала для получения характеристик поля силы тяжести Земли	Практическая работа	Практическая работа №1
3	Модуль 3. Уклонения отвесных линий	ОК-7 ПК-9	Знает основные положения теории и терминологию, связанные уклонениями отвесных линий	Устный опрос в начале занятия	Вопросы № 24-27 итоговый экспресс-опрос Темы собеседований 4-5
			Умеет обрабатывать данные наблюдений для получения уклонений отвесных линий разными методами	Практическая работа	Практическая работа №2
			Владеет методологией получения и анализа уклонений отвесных линий	Собеседование	Вопросы № 24-27 итоговый экспресс-опрос Темы собеседований 4-5
4	Модуль 4. Геопотенциальные системы высот	ОК-7 ПК-9	Знает основные положения теории и терминологию модуля.	Устный опрос в начале занятия	Вопросы № 28-34 итоговый экспресс-опрос Темы собеседований 6
			Умеет применять полученные теоретические знания для вычисления высот в разных системах	Письменный экспресс-опрос	Вопросы № 28-34 итоговый экспресс-опрос Темы собеседований 6
			Владеет методологией получения и практического использования различных систем геопотенциальных высот.	Собеседование	Вопросы № 28-34 итоговый экспресс-опрос Темы собеседований 6
5	Модуль 5. Определения силы тяжести	ПК-12	Знает основы методов определения силы тяжести	Устный опрос в начале занятия	Вопросы № 35-40 итоговый экспресс-опрос Темы собеседований 7-8
			Умеет обрабатывать данные гравиметрических рейсов	Письменный экспресс-опрос	Вопросы № 35-40 итоговый экспресс-опрос Темы собеседований 7-8
			Владеет методологией получения и практического использования	Собеседование	Вопросы № 35-40 итоговый экспресс-опрос Темы собеседований 7-8

			гравиметрических методов		
--	--	--	--------------------------	--	--

Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		Критерии	Показатели	Оценочные средства
ОК-7 способность к самоорганизации и самообразованию	знает (пороговый уровень)	основные понятия и используемые термины, правила анализа и подготовки данных анализа гравиметрических данных	Знания основных положений теории потенциала силы тяжести Земли. Знание источников информации для обработки гравиметрических данных	полностью сформированы с незначительными пробелами нечеткие знания отрывочные знания	Отлично Хорошо Удовлетворительно Неудовлетворительно
	умеет (продвинутый)	использовать современные технические средства и информационные технологии для расчета на основе типовых методик и действующей нормативно-правовой базы в гравиметрии	Умеет выполнять расчеты и теоретические выводы основных выражений, необходимых для обработки гравиметрических данных	Умеет составлять без ошибок с небольшими недостатками с большим количеством ошибок Подготовленные материалы не подлежат исправлению	Отлично Хорошо Удовлетворительно Неудовлетворительно
	владеет (высокий)	навыками анализа полученных результатов обработки данных гравиметрических наблюдений	Владеет способностью делать выводы, обобщения результатов обработки данных. Владеет методами описания самостоятельно выполненных работ и исследований.	Может полностью самостоятельно выполнять все этапы моделирования и оценочных работ с небольшими недостатками Владеет нечеткими навыками Не владеет навыками	Отлично Хорошо Удовлетворительно Неудовлетворительно
ПК-9 - способностью к сбору, обобщению и анализу топографо-геодезической, картографической, астрономо-геодезической и гравиметрической информации, разработке на ее основе методов, средств и проектов выполнения конкретных народно-хозяйственных	знает (пороговый уровень)	Знает теорию построения и организационную структуру гравиметрических построений	Знание нормативно-правовой базы и теоретических основ построения гравиметрических сетей	полностью сформированы с незначительными пробелами нечеткие знания отрывочные знания	Отлично Хорошо Удовлетворительно Неудовлетворительно
	умеет (продвинутый)	Умеет организовывать построение различных гравиметрических построений и использовать полученные данные для производственной дея-	Умеет грамотно составить техническое обоснование и организовать работу по построению и выполнению наблюдений в гравиметриче-	Умеет составлять без ошибок с небольшими недостатками с большим количеством ошибок	Отлично Хорошо Удовлетворительно

задач		тельности	ской сети.	Подготовленные материалы не подлежат исправлению	Неудовлетворительно
	владеет (высокий)	Владеет методами и навыками анализа применения результатов гравиметрических наблюдений в различных сферах хозяйственной деятельности	Владеет способностью к анализу, обобщению и поиску путей совершенствования методик создания и использования гравиметрических сетей различных уровней.	<p>Может полностью самостоятельно выполнять все этапы моделирования и оценочных работ</p> <p>с небольшими недостатками</p> <p>Владеет нечеткими навыками</p> <p>Не владеет навыками</p>	<p>Отлично</p> <p>Хорошо</p> <p>Удовлетворительно</p> <p>Неудовлетворительно</p>
ПК-12 - владением методами исследования, проверок и эксплуатации геодезических, астрономических, гравиметрических приборов, инструментов и систем	знает (пороговый уровень)	Знает теоретические основы функционирования и применения, проверки гравиметрических приборов	Знание принципов работы и практического применения различной гравиметрической аппаратуры	<p>полностью сформированы</p> <p>с незначительными пробелами</p> <p>нечеткие знания</p> <p>отрывочные знания</p>	<p>Отлично</p> <p>Хорошо</p> <p>Удовлетворительно</p> <p>Неудовлетворительно</p>
	умеет (продвинутый)	Умеет эксплуатировать и проверять готовность к работе различного гравиметрического оборудования	Умение грамотно использовать при проведении производственных работ различных типов и конструкций гравиметрической аппаратуры	<p>Умеет составлять без ошибок</p> <p>с небольшими недостатками</p> <p>с большим количеством ошибок</p> <p>Подготовленные материалы не подлежат исправлению</p>	<p>Отлично</p> <p>Хорошо</p> <p>Удовлетворительно</p> <p>Неудовлетворительно</p>
	владеет (высокий)	Владеет способностью устранять методологические и технические неисправности и ошибки эксплуатации разнообразной гравиметрической аппаратуры	Владение методами и средствами анализа и поиска устранения проблем при производственном и научном применении гравиметрической аппаратуры	<p>Может полностью самостоятельно выполнять все этапы моделирования и оценочных работ</p> <p>с небольшими недостатками</p> <p>Владеет нечеткими навыками</p> <p>Не владеет навыками</p>	<p>Отлично</p> <p>Хорошо</p> <p>Удовлетворительно</p> <p>Неудовлетворительно</p>

Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины

Критерии оценивания устных опросов

Результат	Полное знание вопросов предыдущей темы	Знание вопросов предыдущей темы с незначительными неточностями	Студент в состоянии ответить на 50% вопросов по предыдущей теме	Знает менее 50% материала
Экспресс-опрос, пояснения результатов выполненной самостоятельной работы	5 баллов	4 балла	3 балла	0 баллов

Критерии оценивания правильности выполнении практической работы

Результат работы	Получены достоверные результаты, студент в состоянии грамотно объяснить методику их получения и в состоянии выполнить их анализ	Результаты с незначительными ошибками, студент в состоянии с незначительными ошибками объяснить методику их получения и в состоянии выполнить их простейший анализ	Результаты с ошибками, студент в состоянии с ошибками объяснить методику их получения	Практическая работа не выполнена
Оценка	5 баллов	4 балла	3 балла	0 баллов

Оценочные средства для промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация студентов. Промежуточная аттестация студентов по дисциплине проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме контрольных мероприятий по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется преподавателем.

ПЕРЕЧЕНЬ ТИПОВЫХ ВОПРОСОВ К ЭКСПРЕСС-ОПРОСУ И УСТНЫМ ОПРОСАМ

Промежуточный эспресс-опрос

1. Что такое сила тяжести? В каких единицах она измеряется?
2. Остается ли сила тяжести постоянной в одной и той же точке на поверхности Земли (да, нет и почему)?
3. Чему равны первые производные потенциала силы притяжения по соответствующим координатным осям?
4. Для чего потенциал земного притяжения разлагают в ряд?
5. Сформулируйте физический смысл первых 3-х слагаемых в формуле для разложения потенциала земного притяжения в ряд.
6. Какой физический смысл имеет приращение потенциала силы притяжения?
7. Под каким углом силовые линии поля силы притяжения пересекают уровенные поверхности этого поля?
8. Равны ли в общем случае расстояния между уровенными поверхностями поля силы притяжения? Ответ обосновать.
9. Притягивает ли внутреннюю точку сферический слой? Шар? Ответ обосновать.
10. Где величина силы тяжести больше на полюсе или на экваторе? Ответ обосновать.
11. Для каких точек пространства справедливо уравнение Лапласа? Ответ обосновать.
12. Как из уравнения Пуассона получить уравнение Лапласа?

Итоговый экспресс-опрос

1. Что такое гравиметрия (определение)?
2. Что такое сила тяжести (любая общая формула)?
3. В каких единицах измеряется сила тяжести?
4. Какие функции называются регулярными на бесконечности (записать условия регулярности)?
5. Что такое уровенная поверхность силы тяжести (записать уравнение и дать определение)?

6. Что такое силовая линия поля силы тяжести (определение)?
7. Под каким углом силовая линия пересекает уровенную поверхность?
8. Чему равно приращение потенциала силы тяжести по заданному направлению перемещения (записать формулу и/или сказать своими словами)?
9. Как изменяется расстояние между уровенными поверхностями потенциала силы тяжести при перемещении от полюса Земли к экватору?
10. Притягивает ли однородный сферический слой внутри себя? Если да, по какому закону?
11. Притягивает ли однородный сферический слой вне себя? Если да, по какому закону?
12. Записать уравнение Лапласа. Записать обозначение оператора Лапласа.
13. Записать уравнение Пуассона.
14. Записать выражение для потенциала силы притяжения в любой форме.
15. Записать выражение для потенциала центробежной силы в любой форме.
16. Записать выражение для потенциала силы тяжести в любой форме.
17. Записать формулу Клеро до вторых членов разложения.
18. Сформулировать физический смысл коэффициента β в формуле Клеро. Записать выражение, из которого он вытекает.
19. Где величина силы тяжести Земли больше на полюсе или на экваторе?
20. По какой формуле вычисляется нормальная сила тяжести и как она обозначается.
21. Сформулировать теорему Стокса.
22. Дать определение нормального потенциала силы тяжести Земли?
23. Записать общее выражение для вычисления аномалии силы тяжести.
24. Дать определение абсолютного астрономо-геодезического уклонения отвесной линии?
25. Дать определение гравиметрического уклонения отвесной линии?
26. Записать формулу Брунса?
27. Записать уравнение Лапласа в любой форме, связывающее астрономические и геодезические азимуты.

28. Записать выражение для вычисления приближенной высоты.
29. Записать выражение для вычисления ортометрической высоты.
30. Записать выражение для вычисления нормальной высоты.
31. Записать выражение для вычисления динамической высоты.
32. Записать выражение для вычисления геодезической высоты.
33. Что такое аномалия высоты?
34. Что такое геоид?
35. Записать названия двух основных групп методов определения силы тяжести.
36. Какие методы определения силы тяжести являются относительными, какие абсолютными?
37. Записать формулу для вычисления периода колебаний математического маятника, для которого выполняется условие изохронности.
38. Что такое астазирование чувствительной системы гравиметра?
39. Что такое сползание нуля-пункта гравиметра?
40. Перечислить способы эталонирования гравиметров.

Вопросы к экзамену:

1. Что такое гравиметрия? Краткая история развития методов определения формы земли (геометрический и физический способы). Внутреннее строение Земли и его влияние на определение силы тяжести.
2. Источники влияний на показания гравиметров и способы их устранения. Эталонирование гравиметров. Основные достоинства и недостатки гравиметров.
3. Сила тяжести и ее составляющие. Потенциал силы притяжения и его свойства.
4. Гравиметры и их классификация. Уравнение гравиметра в общем виде.
5. Разложение потенциала земного притяжения в ряд (с выводом). Понятие о сферических функциях.

6. Математический и физический маятник. Относительные определения силы тяжести при помощи маятника. Источники погрешностей при маятниковых наблюдениях и способы их устранения. Основные достоинства и недостатки маятниковых определений силы тяжести. Определение силы тяжести на море.
7. Основные свойства потенциала притяжения. Потенциалы притяжения некоторых тел (потенциал материальной точки; простого слоя; потенциал сферического слоя на внешнюю и внутреннюю точки; потенциал притяжения материального шара на внешнюю, внутреннюю и точку, находящуюся на поверхности).
8. Способы измерения силы тяжести (статический и динамический метод). Абсолютный и относительный методы определения силы тяжести.
9. Уравнение Лапласа (вывод). Уравнение Пуассона (вывод).
10. Понятие о спутниковой альтиметрии. Использование Систем Глобального Позиционирования для определения нормальных высот.
11. Потенциал силы тяжести и его основные свойства.
12. Понятие об астрономо-гравиметрическом нивелировании.
13. Нормальный и возмущающий потенциал. Теорема Стокса.
14. Нормальные высоты. Квазигеоид. Динамические высоты.
15. Понятие аномалии силы тяжести. Смешанные, чистые аномалии силы тяжести. Вычисление аномалий силы тяжести в свободном воздухе. Топографические редукции. Поправка за рельеф. Редукция Буге.
16. Приближенные высоты. Ортометрические высоты.
17. Возмущающий потенциал. Аномалия высоты. Формула Брунса. Формулы для определения возмущающего потенциала.
18. Высоты. Основные методы определения высот (геометрическое и тригонометрическое нивелирование). Сущность геометрического нивелирования. Влияние уклонов отвесных линий на результаты геометрического нивелирования. Геопотенциал.

19. Уклонения отвесных линий. Абсолютные и относительные уклонения отвесных линий. Астрономо-геодезическое и гравиметрическое уклонение отвесной линии. Составляющие уклонения отвесной линии.
20. Упрощенные формулы для вычисления гравиметрических уклонений отвесных линий. Влияние уклонений отвесных линий на астрономические азимуты и измеренные зенитные расстояния. Уравнение Лапласа.
21. Гравиметрический метод вывода уклонений отвесных линий. Формулы Венинг-Мейнеса.
22. Понятие об астрономо-гравиметрическом методе вычисления уклонений отвесных линий.
23. Астрономо-геодезический метод вывода уклонений отвесных линий.
24. Уклонения отвесных линий. Абсолютные и относительные уклонения отвесных линий. Астрономо-геодезическое и гравиметрическое уклонение отвесной линии. Составляющие уклонения отвесной линии.
25. Астрономо-гравиметрическое нивелирование. Спутниковая альтиметрия. Применение GPS/ГЛОНАСС оборудования для определения нормальных и ортометрических высот.
26. Методы определения силы тяжести: статические и динамические. Основные сведения из теории колебаний математического маятника. Относительные маятниковые определения силы тяжести. Источники влияния на маятниковые определения и способы их устранения.
27. Методы определения силы тяжести: статические и динамические. Гравиметры: основные принципы работы, типы, устройство, Источники влияния на определение силы тяжести при помощи гравиметров и способы их устранения.
28. Гравиметрические сети, их классификация и характеристики. Гравиметрические съемки и методы их выполнения.
29. Обработка и уравнивание гравиметрических измерений. Гравиметрические карты и их построение.

30. Применение гравиметрических методов и результатов при решении различных производственных и научных задач.

ПЕРЕЧЕНЬ САМОСТОЯТЕЛЬНЫХ РАБОТ

1. Разложение в степенной ряд. Вывод формулы Клеро с точностью до малых второго порядка из формулы Пицетти-Сомильяна.
2. Определение фундаментальных геодезических постоянных.
3. Обработка гравиметрического рейса.
4. Вычисление аномалий силы тяжести в редукции Буге и в редукции за свободный воздух.

ПРИМЕРЫ ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Разложение в степенной ряд. Вывод формулы Клеро с точностью до малых второго порядка из формулы Пицетти-Сомильяна.

Цель работы. Освоить метод линеаризации нелинейных функций. Понять основные зависимости связывающие форму и размеры Земли и характеристики поля силы тяжести. Научиться применять различные математические методы и подходы при выводе и преобразовании выражений, лежащих в основе важнейших положений о теории фигуры и внешнем поле силы тяжести Земли.

Содержание работы. Вывести из формулы Пицетти-Сомильяна, используя разложение в ряд Тейлора или бином Ньютон формулу Гельмерта с удержанием членов второго порядка малости.

Результаты работы должны быть сданы преподавателю в письменной форме, аккуратно оформленные, со всеми преобразованиями и выкладками. Обучающийся должен уметь грамотно объяснить любую часть выкладок.

Определение фундаментальных геодезических постоянных

Цель работы. Определение сжатия уровенного эллипсоида по измеренным значениям силы тяжести.

Содержание работы. В результате выполнения работы необходимо определить параметры γ_e и β в формуле Гельмерта и сжатие уровенного эллипсоида.

Основная теория. Нормальная сила тяжести на поверхности уровенного эллипсоида может быть рассчитана по формуле Гельмерта:

$$\gamma_0 = \gamma_e (1 + \beta \sin^2 B - \beta_I \sin^2 2B) - 14 \text{ мГал}, \quad (1)$$

где

γ_e - нормальная сила тяжести на экваторе;

β - относительный избыток силы тяжести на экваторе

B - геодезическая широта пункта наблюдений;

$\beta_I = \alpha \beta / 4 + \alpha^2 / 8$, где

α - сжатие уровенного эллипсоида, которое определяется по формуле:

$$\alpha = 5/2 \cdot q - \beta. \quad (2)$$

Если известны значения нормальной силы тяжести γ_0 в нескольких пунктах с широтами B , можно определить по методу наименьших квадратов коэффициенты γ_e и β в формуле (1), а затем при помощи выражения (2) найти сжатие уровенного эллипсоида. Положим коэффициент β_I известным и равным 0,0000058 [1]. Тогда для нахождения искомых параметров γ_e и β необходимо измерить величины γ_0 хотя бы в двух точках на поверхности эллипсоида. Однако известно, что нормальная сила тяжести непосредственно не измеряется, а может быть вычислена по формуле:

$$\gamma_0 = g - \delta g_I - \Delta g_{св.в.}, \quad (3)$$

где

g - измеренное значение силы тяжести на поверхности Земли в точке с широтой B ;

δg_I - поправка (редукция) за высоту точки над уровнем моря, вычисляемая по формуле

$$\delta g_I = -0.30855(1 + 0.00071 \cdot \cos 2B) \cdot H',$$

где

H' - высота пункта над уровнем моря;

$\Delta g_{св.в.}$ - аномалия силы тяжести в редукции за свободный воздух.

Для простоты будем считать, что аномалии в свободном воздухе уже вычислены по результатам измерений g (квазиизмерения). Тогда уравнение (1) с учетом формулы (3) может быть переписано в следующем виде:

$$\Delta g_{св.в.} = g - \delta g_I - \gamma_e (1 + \beta \sin^2 B - \beta_I \sin^2 2B) + 14 \text{ мГал.} \quad (4)$$

Количество уравнений вида (4) определяется количеством квазиизмеренных аномалий силы тяжести в свободном воздухе. Эти выражения нелинейны относительно определяемых параметров γ_e и β . Для их нахождения методом наименьших квадратов можно применить процедуру линеаризации, т.е. разложения правой части выражения (4) в ряд Тейлора с удержанием слагаемых порядка γ_e и β для чего необходимо продифференцировать правую часть (4) по определяемым параметрам. Оценивание искомым параметров и оценка точности их получения производится параметрическим методом уравнивания стандартным образом. Альтернативный метод решения без взятия производных от выражения (4) приводится в методическом пособии [2].

Ход выполнения работы. В файле input1.dat дано 18 наборов исходных данных для решения поставленной задачи, каждый из которых включает в себя (по столбцам): широту пункта наблюдений (градусы и минуты), измеренное значение силы тяжести (мГал), высоту пункта над уровнем моря (нормальная высота, м), величины аномалий в свободном воздухе (мГал). В каждом варианте даны исходные данные в 6 пунктах измерений.

На основе формулы (4) необходимо записать уравнения поправок параметрического способа уравнивания, для чего прежде необходимо взять первые производные правой части этого выражения по искомым параметрам γ_e и β и записать линейную часть разложения в ряд Тейлора (линеаризация).

Для начала итераций необходимо задать приближенные значения определяемых параметров, которые могут быть положены равными, например, 978 000 мГал и 0.005. Далее необходимо определить уравненные значения γ_e и β и оценить точность их получения, выполнив стандартную процедуру уравнивания параметрическим методом. По формуле (2) необходимо определить сжатие уровенного эллипсоида и оценить точность его получения используя среднеквадратическую ошибку определения коэффициента β , полученную из уравнивания. Величину коэффициента q положить равной 0.003468.

Все вычисления выполнить в среде Matlab, написав соответствующий скрипт. Таблицу аккуратно оформить, подписать все обозначения и этапы вычислений. В случае написания программы - приложить ее листинг, и скриншоты ввода информации и результаты расчетов. Таблица или программа должна позволять вычисление всех искомых параметров с другими исходными данными. Выполненные работы присылать на почту shestakov.nv@dvfu.ru.

Литература

1. Параметры Земли 1990 года. Справочный документ (ПЗ-90.11). Военно-топографическое управление Генерального штаба вооруженных сил Российской Федерации. Научно-исследовательский центр топогеодезического и навигационного обеспечения «27 ЦНИИ» Минобороны России -Москва. 2014г. 52 с.

2. Кузьмин В.И., Ганагина И.Г. Гравиметрия: Методические указания к выполнению контрольной работы для студентов геодезических специальностей заочной формы обучения. – 2-е изд., перераб. – Новосибирск: СГГА, 2005. – 39 с.

КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

Текущий контроль знаний осуществляется путем краткого опроса на лекционных и практических занятиях.

ТЕМЫ СОБЕСЕДОВАНИЯ

Обучающиеся должны найти в рекомендованной отечественной и зарубежной научной литературе, самостоятельно разобрать и обсудить научные статьи по следующим примерным темам:

- 1) Современные данные и модели распределения плотностей и масс в теле Земли;
- 2) Современные данные о реологических свойствах мантии и коры;
- 3) Современные методы получения характеристик геопотенциала Земли;
- 4) Современные методы и технологии изучения геоида и квазигеоида;
- 5) Современные методы получения и изучения распределения уклонов отвесных линий на поверхности Земли;
- 6) Применение ГНСС-технологий для получения геопотенциальных высот;
- 7) Современные методы определения абсолютных значений силы тяжести;
- 8) Современные методы определения изменений поля силы тяжести, инициированных разнообразными природными и техногенными воздействиями.