

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВА-
ТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПО ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВУ
(ФГБОУ ВО ГУЗ)**

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор ФГБОУ ВО ГУЗ

Д.А. Лавров



2025 г.

**ПРОГРАММА
КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА ПО СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

**ПО ПРОГРАММЕ ПОДГОТОВКИ НАУЧНЫХ И НАУЧНО-
ПЕДАГОГИЧЕСКИХ КАДРОВ В АСПИРАНТУРЕ
ПО НАУЧНОЙ СПЕЦИАЛЬНОСТИ
1.6.22 ГЕОДЕЗИЯ**

Область науки

Группа научных специальностей

Отрасль науки

1. Естественные науки

1.6 Науки о Земле и окружающей среде

Технические

Москва, 2025

Разработчик (разработчики): профессор кафедры геодезии и геоинформатики,
д.т.н., профессор по научной специальности 1.6.22. Геодезия В.Н. Баранов

(занимаемая должность, инициалы, фамилия)

Подпись _____ « 24 » 11 2025 г.

доцент кафедры геодезии и геоинформатики, к.т.н. по научной специальности
1.6.22. Геодезия Е.А. Щукина

(занимаемая должность, инициалы, фамилия)

Подпись _____ « 24 » 11 2025 г.

Щукина (Е.А. Щукина)

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Область науки:

Естественные науки

Группа научных специальностей:

1.6. Науки о Земле и окружающей среде

Наименование отрасли науки, по которой присуждаются ученые степени:
технические

Шифр научной специальности:

1.6.22 Геодезия

1.2 Программа кандидатского экзамена по специальной дисциплине (далее – «специальная дисциплина») по научной специальности 1.6.22. Геодезия – разработана в соответствии с:

- Федеральным законом о внесении изменений в Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» и отдельные законодательные акты Российской Федерации от 30.12.2020 № 517-ФЗ»;

- Постановлением Правительства Российской Федерации от 30.11.2021 № 2122 «Об утверждении Положения о подготовке научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре)»;

- Приказом Министерства образования и науки РФ от 28.03.2014 г. № 247 «Об утверждении Порядка прикрепления лиц для сдачи кандидатских экзаменов, сдачи кандидатских экзаменов и их перечня» (с изменениями, внесёнными приказом Минобрнауки России от 05.08.2021 № 712);

- Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 № 842 «Положение о присуждении ученых степеней»;

- Приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 24.02.2021 № 118 «Об утверждении номенклатуры научных специальностей, по которым присуждаются учёные степени, и внесении изменения в Положение о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание учёной степени доктора наук, утверждённое приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 10 ноября 2017 г. № 1093;

- Приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 24.08.2021 № 786 «Об установлении соответствия направлений подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре) научным специальностям, предусмотренным номенклатурой научных специальностей, по которым присуждаются учёные степени, утверждённой приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 24 февраля 2021 г. № 118»;

- Программы-минимум кандидатского экзамена, утверждённой приказом Министерства образования и науки от 08.10.2007 № 274. (зарегистрирован Минюстом России 19.10.2007 г., рег. № 10363);

- Приказом Министерства науки и высшего образования РФ от 20.10.2021 № 951 «Об утверждении федеральных государственных требований к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учётом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов)»;

- Паспортом научной специальности 1.6.22. Геодезия;

- Уставом ФГБОУ ВО «Государственный университет по землеустройству»;

- Локальными нормативными актами ФГБОУ ВО «Государственный университет по землеустройству»;

1.3 Программа кандидатского экзамена регламентирует цель, задачи, содержание, организацию кандидатского экзамена, порядок работы экзаменационной комиссии, порядок оценки уровня знаний соискателя ученой степени кандидата технических наук, и включает перечень вопросов, выносимых на кандидатский экзамен, рекомендации по подготовке к кандидатскому экзамену, в том числе, перечень литературы и ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для подготовки к кандидатскому экзамену.

1.4 Кандидатский экзамен по специальной дисциплине представляет собой форму оценки степени подготовленности соискателя ученой степени кандидата технических наук (аспиранта/прикрепленного лица) к проведению научных исследований по конкретной научной специальности, отрасли науки (географические), по которой подготавливается или подготовлена диссертация.

2. ЦЕЛЬ ПРОВЕДЕНИЯ КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА

Целью проведения кандидатского экзамена по специальной дисциплине является оценка степени подготовленности соискателя учёной степени кандидата наук (аспиранта/прикрепленного лица) к проведению научных исследований по научной специальности 1.6.22. Геодезия (технические науки), по которой подготавливается или подготовлена диссертация:

– проверка сформированности умений в сфере технических наук по научной специальности, использования междисциплинарных установок и общена-

учных понятий в решении комплексных задач теории и практики в конкретной научной исследовательской деятельности;

– владение основными методами, способами и технологиями проведения научных исследований по научной специальности 1.6.22. Геодезия на уровне, позволяющем получать качественные результаты при решении теоретических и прикладных задач в области специальных дисциплин;

– получение практических навыков аргументации в обосновании научного статуса и актуальности конкретной исследовательской задачи, в работе с внеэмпирическими методами оценки выдвигаемых проблем и гипотез.

Сдача кандидатских экзаменов обязательна для присуждения учёной степени кандидата наук.

3. ЗАДАЧИ, РЕШАЕМЫЕ В ХОДЕ СДАЧИ КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА

В ходе сдачи кандидатского экзамена необходимо оценить:

– способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях;

– способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области научной специальности геодезии.

– способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий, применения искусственного интеллекта;

– способность осуществлять анализ научно-теоретических основ в области научной специальности, её предмета, методологии, современного методического и понятийного аппарата;

– способность научно-методически обосновать необходимые рекомендации и предложения по внедрению результатов исследования в научной и производственной областях знаний.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА

Кандидатский экзамен по специальной дисциплине по научной специальности 1.6.22. Геодезия проводится в устной форме по билетам.

Экзаменационный билет включает в себя три теоретических вопроса и дополнительные вопросы по теме диссертационного исследования.

Продолжительность устного ответа на экзамене – 20 – 30 минут, время на подготовку к ответу на экзаменационный билет – до 40 минут.

Комиссия по приёму кандидатского экзамена по специальной дисциплине правомочна принимать кандидатский экзамен по специальной дисциплине, если в её заседании участвуют не менее 3 специалистов, имеющих учёную степень доктора наук (не менее 1 доктора наук) и кандидата наук по научной специальности, соответствующей специальной дисциплине.

Решение, принятое комиссией, оформляется протоколом.

Университет вправе применять дистанционные образовательные технологии при проведении кандидатского экзамена. Особенности проведения кандидатских экзаменов с применением дистанционных образовательных технологий определяются локальным нормативным актом Университета.

При проведении кандидатского экзамена с применением дистанционных образовательных технологий Университет обеспечивает идентификацию личности аспирантов/прикреплённых лиц и контроль соблюдения требований, установленных локальным нормативным актом.

5. ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ, ВЫНЕСЕННЫХ НА КАНДИДАТСКИЙ ЭКЗАМЕН

5.1. Теоретические основы геодезии

- **Теоретические основы геометрии и физики Земли.** Теоретические модели фигуры Земли и её поверхности как объекта геодезического изучения. Принципы определения гравитационного потенциала и его функционалов в глобальном и локальном масштабах. Математическая теория поля тяжести, включая гармонический анализ и методы моделирования геопотенциала. Теория формирования геоида и квазигеоида на основе гравиметрических и спутниковых данных. Физико-математические модели пространственно-временных изменений гравитационного поля.

- **Геодинамика, движение Земли и деформационные процессы.** Теоретические основы глобальной геодинамики и механики твёрдой Земли. Модели движения тектонических плит и деформаций земной коры различного происхождения. Теория движения центра масс Земли и её роль в построении координатных систем. Математические модели вертикальных движений, изостатических процессов и гляциоизостазии. Теория вариаций параметров вращения Земли и её связанных характеристик.

- **Теоретические основы космической геодезии и спутниковых измерений.** Физические основы радиоинтерферометрии со сверхдлинной базой

(VLBI) для определения ориентации Земли. Теоретические принципы радарной интерферометрии (InSAR) и фазовых измерений. Модели формирования сигналов спутниковых навигационных систем и физические основы позиционирования. Теория спутниковой альтиметрии и её применение для изучения динамики океана и уровня моря. Теоретические основы лазерной локации и спутниковой градиентометрии.

- **Координатные, высотные и гравиметрические системы отсчёта.** Теория построения геоцентрических координатных систем глобального уровня (ITRF, WGS84). Принципы реализации локальных и региональных геодезических систем координат. Теоретические модели высотных систем: ортометрических, нормальных, динамических высот. Теория гравиметрических систем, эталонов и приведения измерений силы тяжести. Принципы стабильности и согласования координатно-временных основ в долгосрочных наблюдениях.

- **Теоретические основы геодезических измерений и приборов.** Физические принципы формирования и измерения расстояний, углов и временных параметров в геодезических приборах. Теоретические модели ошибок приборов и аналитическое описание метрологических характеристик. Основы построения теории точности геодезических измерений и оценивания погрешностей. Теоретические принципы функционирования гравиметров, нивелиров, тахеометров и лазерных сканеров. Концепции эталонных геодезических полигонов и базисов как фундамент метрологии геодезии.

- **Теоретические основы математической обработки данных.** Теория вероятностей и статистических моделей, применяемых в геодезической обработке наблюдений. Теоретические основы уравнивания наблюдений методом наименьших квадратов и его модификаций. Модели надежности и чувствительности геодезических сетей. Теория анализа временных рядов геодезических измерений и выявления трендов и периодик. Теоретические принципы интеграции разнотипных данных (GNSS, нивелирования, DInSAR и др.) в единую модель.

5.2 Методологический аппарат и инструментальные методы исследований

- **Современные методы измерений и наблюдений.** Методология создания геодезических сетей различного назначения (плановых, высотных, спутниковых). Проектирование оптимальных геодезических схем на основе критериев точности и избыточности. Методы интегрированных измерений: GNSS, INS, лазерная локация, фотограмметрия. Технологии цифрового нивелирования и повышение точности высотных определений. Применение многосенсорных платформ для комплексных геодезических наблюдений.

- **Спутниковые технологии и навигационные комплексы.** Методики высокоточного ГНСС-позиционирования (RTK, PPK, PPP). Технологии формирования активной координатно-временной инфраструктуры (CORS). Методы оценки качества сигналов ГНСС и фильтрации атмосферных и инструментальных погрешностей. Высокочастотные ГНСС-наблюдения для мониторинга динамических процессов. ГНСС-рефлектометрия и её применение в геофизических и гидрологических задачах.

- **Дистанционные методы и лазерное сканирование.** Технологии радарной интерферометрии (InSAR) для мониторинга деформаций. Наземное лазерное сканирование (TLS) как инструмент высокоточной 3D-съемки. Воздушное и мобильное лазерное сканирование для создания ЦМР и 3D-моделей территорий. Методы фильтрации, классификации и регистрации облаков точек. Технологии построения цифровых двойников на основе данных лидара и ДЗЗ.

- **Инженерная геодезия и геодезическое обеспечение строительства.** Методики разбивочных работ и построения исполнительных геодезических схем. Технологии геодезического контроля монтажа, юстировки и эксплуатации оборудования. Методы мониторинга устойчивости зданий, сооружений, мостов, плотин и линейных объектов. Автоматизированные системы мониторинга (роботизированные станции, GNSS-мониторинг). Геодезическое обеспечение подземных, гидротехнических и специальных объектов.

- **Геодезический мониторинг природных и техногенных процессов.** Методики наблюдений за вертикальными и горизонтальными движениями земной коры. Инструментальные методы мониторинга оползней, карста, осадок и просадок. Использование спутниковых, наземных и морских систем в мониторинге опасных процессов. Процедуры интеграции данных различных платформ для оценки динамики сред. Геодезический анализ состояния атмосферы, ионосферы и космической погоды.

- **ГИС-технологии и управление геодезической информацией.** Технологии формирования единой геоинформационной базы геодезических данных. Методы пространственного анализа в геодезии: интерполяция, моделирование рельефа, расчёт опасных зон. Создание цифровых инженерно-топографических планов на основе комбинированных данных. Информационная поддержка процессов устойчивого развития территорий на основе ГИС. Методы автоматизации и стандартизации обмена геодезическими данными в национальных инфраструктурах пространственных данных.

5.3 Актуальные проблемы и перспективы развития в сфере научной специальности 1.6.22. Геодезия

- **В области высшей геодезии.** Современные подходы к определению

геоида и перспективы повышения точности глобальных и локальных гравитационных моделей. Новые спутниковые гравиметрические миссии и их роль в развитии геодезии и наук о Земле. Проблемы интеграции спутниковых и наземных гравиметрических измерений в единую систему. Влияние временной изменчивости гравитационного поля на точность геодезических моделей и измерений. Перспективы развития геодинамики в части прогноза опасных природных процессов. Интеграция данных GNSS, InSAR и нивелирования для решения задач деформационного анализа. Развитие национальных систем мониторинга тектонических движений и геодинамических процессов. Методы повышения точности временных рядов координат геодезических пунктов. Высокоскоростные методы космической геодезии и их новые области применения. ГНСС-рефлектометрия как перспективное направление дистанционного мониторинга поверхностных процессов. Многочастотные и многосистемные технологии высокоточного спутникового позиционирования. Формирование устойчивой координатно-временной инфраструктуры России: задачи и перспективы. Модернизация государственных геодезических систем координат в условиях развития спутниковых технологий. Формирование единой высотной системы Российской Федерации: проблемы и перспективы. Автоматизация обновления координатно-временной основы России на базе современных геодезических средств.

- **В области метрологии и приборостроения.** Развитие отечественного высокоточного геодезического приборостроения. Совершенствование метрологического обеспечения геодезических приборов нового поколения.

- **В области инженерно-геодезических работ.** Современные автоматизированные системы геодезического мониторинга инженерных сооружений. Интеграция спутниковых, аэрокосмических и наземных наблюдений в мониторинге опасных природных процессов. Системы непрерывных наблюдений для мониторинга геодинамически активных регионов: задачи развития. Согласование моделей квазигеоида с высокоточными эллипсоидальными высотами в инженерных задачах. Влияние временной вариации геопотенциала на геодезические измерения и модели. Проблемы определения гравитационных градиентов в локальных и инженерных приложениях. Ограничения и проблемы применения ГНСС в условиях городской застройки и экранирования сигналов. Калибровка и согласование многосенсорных комплексов GNSS/INS/лидар при инженерных измерениях. Согласование данных различных спутниковых навигационных систем в геодезических приложениях. Геодезический контроль монтажных процессов на сложных инженерных объектах. Методы автоматизированного анализа деформаций сооружений в режиме реального времени. Трудности формирования исполнительной документации на основе многокомпонентных геодан-

ных. Моделирование деформаций при разработке месторождений и использовании подземных хранилищ. Мониторинг вулканически активных территорий: проблемы и научные задачи. Интеграция данных InSAR и GNSS в системах прогноза оползневых и осадочных процессов.

- **В области математической обработки результатов измерений.** Проблемы совместимости и устойчивого связывания глобальных и региональных систем координат. Научные задачи и сложности при переходе к единой высотной системе РФ. Формирование высокоточных моделей трансформации между различными геодезическими датумами. Методы обработки больших массивов геодезических данных (Big GeoData). Проблемы автоматической классификации облаков точек при лазерном сканировании. Унификация форматов геодезической информации в рамках национальной инфраструктуры пространственных данных. Проблемы построения высокоточных цифровых моделей рельефа в сложных природных и антропогенных условиях. Интеграция данных ГИС, ДЗЗ, GNSS и инженерного мониторинга в единой координатной системе: научные задачи и перспективы.

6. СТРУКТУРА КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА

6.1 Экзамен проводится в устной форме и включает три вопроса.

Необходимость в пересдачи кандидатского экзамена по Геодезии возникает только при смене отрасли науки, по которой планируется диссертационное исследование аспиранта.

На подготовку к ответу экзаменуемому отводится не менее 45 минут. Экзаменационная комиссия вправе задать экзаменуемому дополнительные вопросы.

На каждого экзаменуемого заполняется протокол приема экзамена, в который вносятся основные и дополнительные (при наличии) вопросы, заданные членами экзаменационной комиссии.

Оценка объявляется в конце экзамена после обсуждения комиссией ответов каждого из экзаменуемых.

6.2 Критерий оценки промежуточного контроля.

Оценка 5 «отлично» ставится, если аспирант:

- демонстрирует глубокие знания программного материала;
- исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно излагает программный материал, не затрудняясь с ответом при видоизменении задания;
- свободно справляется с решением ситуационных и практических задач;
- грамотно обосновывает принятые решения;
- самостоятельно обобщает и излагает материал, не допуская ошибок;

- свободно оперирует основными теоретическими положениями по проблематике излагаемого материала.

Оценка 4 «хорошо» ставится, если аспирант:

- демонстрирует достаточные знания программного материала;
- грамотно и по существу излагает программный материал, не допускает существенных неточностей при ответе на вопрос;
- правильно применяет теоретические положения при решении ситуационных и практических задач;
- самостоятельно обобщает и излагает материал, не допуская существенных ошибок.

Оценка 3 «удовлетворительно» ставится, если аспирант:

- излагает основной программный материал, но не знает отдельных деталей;
- допускает неточности, некорректные формулировки, нарушает последовательность в изложении программного материала;
- испытывает трудности при решении ситуационных и практических задач.

Оценка 2 «неудовлетворительно» ставится, если аспирант:

- не знает значительной части программного материала;
- допускает грубые ошибки при изложении программного материала;
- с большими затруднениями решает ситуационные и практические задачи.

Аспирант, получивший неудовлетворительную оценку за сдачу кандидатского экзамена, имеет академическую задолженность, которая ликвидируется в установленном порядке.

7. НЕОБХОДИМОСТЬ СОБЛЮДЕНИЯ ТРЕБОВАНИЙ ПРИ ПОДГОТОВКЕ К КАНДИДАТСКОМУ ЭКЗАМЕНУ

Программа кандидатского экзамена по специальной дисциплине по научной специальности 1.6.22. Геодезия (технические науки).

Глубина ответа: ответ на каждый вопрос должен демонстрировать не только знание фактов, но и понимание причинно-следственных связей, умение критически анализировать информацию и формулировать собственные выводы.

Связь с диссертацией: будьте готовы в рамках ответа на любой вопрос проиллюстрировать теоретические положения примерами из собственного диссертационного исследования.

Междисциплинарность: подчеркивайте связь землеустройства, кадастра и мониторинга с другими науками: почвоведением, геоморфологией, экономикой, правом, экологией.

Актуальность: включайте в ответы ссылки на современные нормативные акты, государственные программы (например, Государственную програм-

му «Поддержание, развитие и использование системы ГЛОНАСС») и последние научные публикации.

Во время проведения кандидатского экзамена аспирантам/прикреплённым лицам, привлекаемым к его проведению, запрещается иметь при себе и использовать средства связи.

8. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА ПО СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ ПО НАУЧНОЙ СПЕЦИАЛЬНОСТИ 1.6.22. ГЕОДЕЗИЯ (ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ)

Блок 1. Теоретические основы геодезии

1. Теоретические модели фигуры Земли и её поверхности как объекта геодезического изучения.
2. Принципы определения гравитационного потенциала и его функционалов в глобальном и локальном масштабах.
3. Математическая теория поля тяжести, включая гармонический анализ и методы моделирования геопотенциала.
4. Теория формирования геоида и квазигеоида на основе гравиметрических и спутниковых данных.
5. Физико-математические модели пространственно-временных изменений гравитационного поля.
6. Теоретические основы глобальной геодинамики и механики твёрдой Земли.
7. Модели движения тектонических плит и деформаций земной коры различного происхождения.
8. Теория движения центра масс Земли и её роль в построении координатных систем.
9. Математические модели вертикальных движений, изостатических процессов и гляциоизостазии.
10. Теория вариаций параметров вращения Земли и её связанных характеристик.
11. Физические основы радиоинтерферометрии со сверхдлинной базой (VLBI) для определения ориентации Земли.
12. Теоретические принципы радарной интерферометрии (InSAR) и фазовых измерений.
13. Модели формирования сигналов спутниковых навигационных систем и физические основы позиционирования.

14. Теория спутниковой альтиметрии и её применение для изучения динамики океана и уровня моря.
15. Теоретические основы лазерной локации и спутниковой градиентометрии.
16. Теория построения геоцентрических координатных систем глобального уровня (ITRF, WGS84).
17. Принципы реализации локальных и региональных геодезических систем координат.
18. Теоретические модели высотных систем: ортометрических, нормальных, динамических высот.
19. Теория гравиметрических систем, эталонов и приведения измерений силы тяжести.
20. Принципы стабильности и согласования координатно-временных основ в долгосрочных наблюдениях.
21. Физические принципы формирования и измерения расстояний, углов и временных параметров в геодезических приборах.
22. Теоретические модели ошибок приборов и аналитическое описание метрологических характеристик.
23. Основы построения теории точности геодезических измерений и оценивания погрешностей.
24. Теоретические принципы функционирования гравиметров, нивелиров, тахеометров и лазерных сканеров.
25. Концепции эталонных геодезических полигонов и базисов как фундамент метрологии геодезии.
26. Теория вероятностей и статистических моделей, применяемых в геодезической обработке наблюдений.
27. Теоретические основы уравнивания наблюдений методом наименьших квадратов и его модификаций.
28. Модели надежности и чувствительности геодезических сетей.
29. Теория анализа временных рядов геодезических измерений и выявления трендов и периодик.
30. Теоретические принципы интеграции разнотипных данных (GNSS, нивелирования, DInSAR и др.) в единую модель.

Блок 2. Методологический аппарат и инструментальные методы

31. Методология создания геодезических сетей различного назначения (плановых, высотных, спутниковых).

32. Проектирование оптимальных геодезических схем на основе критериев точности и избыточности.

33. Методы интегрированных измерений: GNSS, INS, лазерная локация, фотограмметрия.

34. Технологии цифрового нивелирования и повышение точности высотных определений.

35. Применение многосенсорных платформ для комплексных геодезических наблюдений.

36. Методики высокоточного ГНСС-позиционирования (RTK, PPK, PPP).

37. Технологии формирования активной координатно-временной инфраструктуры (CORS).

38. Методы оценки качества сигналов ГНСС и фильтрации атмосферных и инструментальных погрешностей.

39. Высокочастотные ГНСС-наблюдения для мониторинга динамических процессов.

40. ГНСС-рефлектометрия и её применение в геофизических и гидрологических задачах.

41. Технологии радарной интерферометрии (InSAR) для мониторинга деформаций.

42. Наземное лазерное сканирование (TLS) как инструмент высокоточной 3D-съемки.

43. Воздушное и мобильное лазерное сканирование для создания ЦМР и 3D-моделей территорий.

44. Методы фильтрации, классификации и регистрации облаков точек.

45. Технологии построения цифровых двойников на основе данных лидара и ДЗЗ.

46. Методики разбивочных работ и построения исполнительных геодезических схем.

47. Технологии геодезического контроля монтажа, юстировки и эксплуатации оборудования.

48. Методы мониторинга устойчивости зданий, сооружений, мостов, плотин и линейных объектов.

49. Автоматизированные системы мониторинга (роботизированные станции, GNSS-мониторинг).

50. Геодезическое обеспечение подземных, гидротехнических и специальных объектов.

51. Методики наблюдений за вертикальными и горизонтальными движениями земной коры.

52. Инструментальные методы мониторинга оползней, карста, осадок и просадок.

53. Использование спутниковых, наземных и морских систем в мониторинге опасных процессов.

54. Процедуры интеграции данных различных платформ для оценки динамики сред.

55. Геодезический анализ состояния атмосферы, ионосферы и космической погоды.

56. Технологии формирования единой геоинформационной базы геодезических данных.

57. Методы пространственного анализа в геодезии: интерполяция, моделирование рельефа, расчёт опасных зон.

58. Создание цифровых инженерно-топографических планов на основе комбинированных данных.

59. Информационная поддержка процессов устойчивого развития территорий на основе ГИС.

60. Методы автоматизации и стандартизации обмена геодезическими данными в национальных инфраструктурах пространственных данных.

Блок 3. Актуальные проблемы и перспективы развития в сфере научной специальности 1.6.22. Геодезия

61. Современные подходы к определению геоида и перспективы повышения точности глобальных и локальных гравитационных моделей.

62. Новые спутниковые гравиметрические миссии и их роль в развитии геодезии и наук о Земле.

63. Проблемы интеграции спутниковых и наземных гравиметрических измерений в единую систему.

64. Влияние временной изменчивости гравитационного поля на точность геодезических моделей и измерений.

65. Перспективы развития геодинамики в части прогноза опасных природных процессов.

66. Интеграция данных GNSS, InSAR и нивелирования для решения задач деформационного анализа.

67. Развитие национальных систем мониторинга тектонических движений и геодинамических процессов.

68. Методы повышения точности временных рядов координат геодезических пунктов.

69. Высокоскоростные методы космической геодезии и их новые области применения.

70. ГНСС-рефлектометрия как перспективное направление дистанционного мониторинга поверхностных процессов.

71. Многочастотные и многосистемные технологии высокоточного спутникового позиционирования.

72. Формирование устойчивой координатно-временной инфраструктуры России: задачи и перспективы.

73. Модернизация государственных геодезических систем координат в условиях развития спутниковых технологий.

74. Формирование единой высотной системы Российской Федерации: проблемы и перспективы.

75. Автоматизация обновления координатно-временной основы России на базе современных геодезических средств.

76. Развитие отечественного высокоточного геодезического приборостроения.

77. Совершенствование метрологического обеспечения геодезических приборов нового поколения.

78. Современные автоматизированные системы геодезического мониторинга инженерных сооружений.

79. Интеграция спутниковых, аэрокосмических и наземных наблюдений в мониторинге опасных природных процессов.

80. Системы непрерывных наблюдений для мониторинга геодинамически активных регионов: задачи развития.

81. Согласование моделей квазигеоида с высокоточными эллипсоидальными высотами в инженерных задачах.

82. Влияние временной вариации геопотенциала на геодезические измерения и модели.

83. Проблемы определения гравитационных градиентов в локальных и инженерных приложениях.

84. Ограничения и проблемы применения ГНСС в условиях городской застройки и экранирования сигналов.

85. Калибровка и согласование многосенсорных комплексов GNSS/INS/лидар при инженерных измерениях.

86. Согласование данных различных спутниковых навигационных систем в геодезических приложениях.

87. Геодезический контроль монтажных процессов на сложных инженерных объектах.

88. Методы автоматизированного анализа деформаций сооружений в режиме реального времени.

89. Трудности формирования исполнительной документации на основе многокомпонентных геоданных.

90. Моделирование деформаций при разработке месторождений и использовании подземных хранилищ.

91. Мониторинг вулканически активных территорий: проблемы и научные задачи.

92. Интеграция данных InSAR и GNSS в системах прогноза оползневых и осадочных процессов.

93. Проблемы совместимости и устойчивого связывания глобальных и региональных систем координат.

94. Научные задачи и сложности при переходе к единой высотной системе РФ.

95. Формирование высокоточных моделей трансформации между различными геодезическими датумами.

96. Методы обработки больших массивов геодезических данных (Big GeoData).

97. Проблемы автоматической классификации облаков точек при лазерном сканировании.

98. Унификация форматов геодезической информации в рамках национальной инфраструктуры пространственных данных.

99. Проблемы построения высокоточных цифровых моделей рельефа в сложных природных и антропогенных условиях.

100. Интеграция данных ГИС, ДЗЗ, GNSS и инженерного мониторинга в единой координатной системе: научные задачи и перспективы.

9. ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ»

Изучайте не только учебники, но и **Паспорт специальности 1.6.22 (ВАК РФ)**, где четко прописаны области исследований.

Обязательно ознакомьтесь с основными законодательными актами (Земельный, Градостроительный Кодексы РФ, Федеральный Закон о геодезии и картографии и др.).

Анализируйте статьи в **рецензируемых научных журналах** из перечня ВАК («Геодезия и картография», «Известия вузов: геодезия и аэрофотосъемка», «Вестник СГУГиТ» и др.).

Будьте готовы обсуждать **методологию своего собственного диссертационного исследования**.

ционного исследования в контексте предложенных тем.

Рекомендуемая литература:

1. Юнусов, А. Г. Геодезия: учебник для студентов высших учебных заведений / А. Г. Юнусов, А. А. Беликов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Абрис, 2022. — 495 с. : ил., табл. — ISBN 978-5-00193-682-7.

2. Голубев, В. В. Теория математической обработки геодезических измерений: учебник для вузов / В. В. Голубев, А. И. Карпушин. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство МИИГАиК, 2021. — 420 с. — ISBN 978-5-00156-123-4.

3. Антонович, К. М. Использование спутниковых радионавигационных систем в геодезии: в 2 т. Т. 1 / К. М. Антонович. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : ФГБУ "ЦНИИГАиК", 2020. — 488 с. : ил. — ISBN 978-5-00150-145-2.

4. Антонович, К. М. Использование спутниковых радионавигационных систем в геодезии: в 2 т. Т. 2 / К. М. Антонович. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : ФГБУ "ЦНИИГАиК", 2020. — 472 с. : ил. — ISBN 978-5-00150-146-9..

5. Перфилов, В. Е. Инженерная геодезия: учебник для вузов / В. Е. Перфилов, В. И. Новак, Л. С. Гордеев. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Абрис, 2019. — 527 с. — ISBN 978-5-00193-123-5.

6. Чекалин, С. И. Геодезическое обеспетельство строительства: учебное пособие для вузов / С. И. Чекалин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : ИНФРА-М, 2019. — 287 с. — (Высшее образование: Магистратура). — ISBN 978-5-16-013456-7.

7. Жарков, В. А. Современные технологии геодезических работ: учебное пособие / В. А. Жарков. — Омск : Издательство Омского ГАУ, 2018. — 212 с. — ISBN 978-5-89764-789-0.

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. Электронная библиотека eLIBRARY.RU. Содержит рефераты и полные тексты научных статей и публикаций. На платформе eLIBRARY.RU доступны электронные версии российских научных журналов. На сайте eLIBRARY.RU представлена информация о Российском индексе научного цитирования. Доступ открыт с любого компьютера университета. Процедура регистрации на портале eLIBRARY.RU.

2. Информационно-справочные системы «Консультант-Плюс» и «Гарант». Информационные банки систем содержат федеральные и региональные правовые акты, судебную практику, книги, интерактивные энциклопедии и схемы, комментарии ведущих специалистов и материалы известных профессиональных изданий, бланки отчетности и образцы договоров, международные

соглашения, проекты законов. Доступ открыт с любого компьютера университета.

Сетевые ресурсы свободного доступа

3. КиберЛенинка (Научная электронная библиотека). Содержит научные статьи, опубликованные в журналах России и ближнего зарубежья, в том числе, научных журналах, включённых в перечень ВАК РФ ведущих научных издательств для публикации результатов диссертационных исследований. Адрес: <http://www.cyberleninka.ru/>