

үдерісіне цифрлық технологияларды табысты енгізуді шектейтін негізгі сын-қатерлер мен проблемалар анықталды. Бірақ сонымен бірге білім беру ресурстарының қолжетімділігін арттыруға, онлайн курстарды дамытуға және заманауи білім беру платформаларын құруға байланысты маңызды мүмкіндіктер мен перспективалар атап өтілді.

Білім беруді цифрландыру курстардың мазмұнына, ақпаратты ұсыну тәсілдеріне және студенттердің танымдық белсенділік деңгейіне әсер етеді[3]. Білім беруді цифрландыру үдерісі оқытудың сапасын арттыруға және нақты мәселелерді шешуге, сондай-ақ оқытудың дербестендірілген үлгілеріне бағытталған[4]. Білім беруде цифрлық құралдарды пайдалану сәнге емес, қажеттілікке айналуда[5].

Пайдаланылған әдебиеттер

1. Архангельская, Е.А. Современное состояние инженерного образования.

/ Е.А. Архангельская, С.Г. Анцупова // Инженерное образование (проблемы в организации инженерного образования). 2016. – № 9. –10-115.

2.M. Kara, Z. Yildirim, “Faculty performance improvement in distance education: interventions for performance improvement,” Performance Improvement Quarterly, vol.33(2), pp. 173-205, 2019.

3.H. Zarzour, S. Bendjaballah, H. Harirche, “Exploring the behavioral patterns of students learning with a Facebook based e-book approach,” Computer and Education, vol.156 (103957), 2020.

4. <https://education.forbes.ru/podcast/tpost/npeexs6ah1-rabotat-na-rezultat-kak-tsifrovizatsiya>

5. <https://skillbox.ru/media/education/chto-takoe-tsifrovizatsiya-obrazovaniya-i-zachem-ona-nuzhna/>

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ О ВРАЩАТЕЛЬНОМ ДВИЖЕНИИ ЗЕМЛИ

Наурызбаев М.А.,

к.ф.-м.н., доцент

Карабалин Д., Шраев А.,

Студенты АРУ им. К. Жубанова

mnaurazbayev@bk.ru

Основной моделью Земли при изучении ее вращения около центра масс является твердое тело. Динамика твердого тела, примененная к исследованию вращения Земли, в основном объясняет закономерности

ее вращательного движения. Однако, в действительности в теле Земли существуют относительные движения масс, вызываемые геофизическими процессами различной природы. Эти явления есть причина тонких особенностей во вращательном движении Земли, которые не объясняются в рамках динамики твердого тела. К числу таких особенностей относятся:

а) несовпадение траектории и периода действительного движения полюса (точки пересечения оси вращения с поверхностью Земли) с теоретически необходимым для твердой Земли;

б) вариации величины угловой скорости Земли.

Возможность движения полюса по поверхности Земли была впервые осознана лишь после развития Л. Эйлером общей динамической теории движения твердого тела [1, с. 7]. Экспериментально факт колебания географических широт был обнаружен немецким астрономом М. Кюстнером в 1848 году. Движение полюса Земли изменяет географические широты, долготы, азимуты. Известно [2, с. 15], что северный полюс Земли, перемещаясь по ее поверхности, не выходит из квадрата со стороной около 30 м и описывает внутри него сложную траекторию. Наиболее разработанным методом определения перемещения полюса является метод наблюдений изменяемости широт. Практическая необходимость знания координат полюса в каждый момент времени привела к созданию сети специальных станций, объединенных в Международную службу движения полюсов и Срочную службу широты.

Наблюдения не подтвердили существование во вращении Земли периода равного 305 суткам. В 1891 году американский астроном С.Чандлер открыл явление колебания полюса с периодом в 428 суток, называемого теперь чандлеровским периодом. Это открытие явилось результатом анализа нескольких десятков тысяч наблюденных значений широты, полученных в различное время на разных обсерваториях. Удлинение эйлеровского периода до чандлеровского вызывается отличием свойств Земли от твердого тела.

Неравномерность вращения Земли вокруг своей оси впервые обнаружили сотрудники Потсдамской обсерватории У.Павел и К.Уинк в 1935 году и независимо от них Н.Стойко из Парижской обсерватории. На основании современных данных неравномерность вращения Земли можно разделить на три составляющие [2, с. 23]: периодическую, вековую и флуктационную.

Периодическая неравномерность во вращении Земли объясняется в основном сезонной циркуляцией атмосферы и приливами в теле Земли и обуславливает изменения продолжительности суток до 0,002 с. Обнаружение основной годовой волны связано с техническим прогрессом в

деле создания эталонов частоты и привело к изменению единиц счета времени. Периодическая неравномерность изучается по сопоставлению астрономического времени, основанного на суточном периоде вращения Земли и определяется из наблюдений звезд, со временем, воспроизводимым высокоточными часами-хранителями, равномерный процесс в которых задается кварцевыми эталонами частоты. Определением и хранением времени занимаются службы времени. Работы служб времени отдельных обсерваторий объединяются Международным бюро времени. С созданием атомных стандартов, позволяющих экспериментально осуществить с высокой степенью точности равномерную шкалу времени, задачи служб времени сдвигаются в направлении изучения спектра неравномерностей вращения Земли и определения нуля-пункта шкалы, так называемого атомного времени.

Вековое замедление вращения Земли вызывается приливным трением, вследствие чего продолжительность суток увеличивается на 0,002 сек в 100 лет. Этот вид неравномерности, как и неправильные, флуктуационные колебания вращения Земли от не вполне ясных пока причин изучаются по отклонениям наблюдаемых движений Луны, Солнца от их эфемеридных значений. Перспективно использование для этого же наблюдений далеких искусственных спутников Земли.

Исследование вращения Земли с изменяемыми моментами инерции начато во второй половине XIX века. Этому способствовали данные метеорологии, геологии и геофизики, которые указывали на существование относительных движений масс в теле Земли. Среди работ второй половины XIX века, посвященных этому вопросу, наиболее значительны исследования Н.Гюльдена, Г.Дарвина и В.Вольтерра.

В вышеуказанных работах не обоснована правомерность замены исходной системы уравнений на соответствующую приближенную систему уравнений. Приближенная система уравнений в каждом случае получается путем отбрасывания малых членов. Так как вращение Земли рассматривается на промежутке времени $[t_0, \infty)$, где t_0 – некоторый начальный момент времени, то отброшенные малые члены со временем могут дать ощутимый эффект. Поэтому замена системы уравнений на приближенную систему уравнений будет иметь математическую строгость в том случае, когда будет проведено исследование приближенной системы уравнений на устойчивость по отношению к малым постоянно действующим возмущениям. Однако, такое исследование не могло быть проведено, так как вопрос об устойчивости движения к постоянным возмущениям был исследован лишь в сороковых годах XX века [3, с. 12-23].

Постановка задачи. С позиций небесной и теоретической механики необходимо исследовать вращение Земли около центра масс в поле ньютонова притяжения Луны, Солнца и планет Солнечной системы. Поэтому необходимо рассматривать изолированную систему S_k , состоящую из одного тела (Земля) и материальных точек O_1, O_2, \dots, O_k , совпадающих с центрами масс m_1, m_2, \dots, m_k Луны, Солнца и планет Солнечной системы, соответственно. Земля представляет собой тело, в котором происходят относительные движения масс, вызываемые геофизическими процессами различной природы.

Предполагаются два условия: во-первых, поступательное движение системы S_k устойчиво по Ляпунову, т.е. тела этой системы во все время движения остаются внутри некоторой сферы конечного радиуса и не сближаются более чем на некоторое фиксированное расстояние, во-вторых, относительные движения масс в теле Земли происходят так, что для любого момента времени $t \geq t_0$ центробежные моменты инерции остаются равными нулю, где t_0 – некоторый начальный момент времени. Второе условие означает, что центральный эллипсоид инерции Земли в произвольный момент времени t имеет те же главные направления, что и в начальный момент времени t_0 . Это условие выполняется в частном случае, когда центральный эллипсоид инерции Земли с течением времени изменяется подобным образом. Условие подобного изменения эллипсоида инерции используется в механике подобно изменению тела [5, с. 10-15] и в механике тела переменной массы [6, с. 4-6].

В работе Д.Н.Зейлигера [5, с. 6-8] вводится понятие подобно-изменяемого тела: подобно-изменяемым телом называется такая система точек, последовательные положения которой представляют ряд подобных между собой фигур. Подобно-изменяемое тело стоит ближе всех изменяемых систем по своим геометрическим свойствам к твердому телу. Выясняется тесная связь между механическими свойствами механики подобно-изменяемого и твердого тела. Дана геометрическая интерпретация движения подобно-изменяемого тела, аналогичная интерпретации Пуансо эйлеровского движения твердого тела.

В механике тела переменной массы рассматривается задача о вращении твердого тела переменной массы, главные моменты инерции которой предполагаются пропорциональными некоторой функции времени t :

$$A(t) = A_0 f(t), B(t) = B_0 f(t), C(t) = C_0 f(t),$$

где A_0, B_0, C_0 – постоянные величины, $f(t)$ – характеризует закон изменения массы тела. При этом условии в замкнутой форме интегрируются уравнения вращения тела.

Относительно вышеуказанной модельной задачи необходимо рассмотреть следующие вопросы [7, с.7-9]:

- об устойчивости по Ляпунову вращательного движения Земли около центра масс по отношению к возмущениям начальных данных;

- об устойчивости вращательного движения Земли около центра масс по отношению к постоянно действующим возмущениям – возмущениям самих дифференциальных уравнений;

- о существовании периодических решений динамических уравнений вращения Земли при равном нулю главном моменте внешних сил относительно центра масс;

- исследование вращательного движения Земли при постоянстве в пространстве кинетического момента относительно движения материальных частиц;

- исследование вращательного движения Земли при постоянстве в главных осях инерции кинетического момента относительно движения материальных частиц.

Список литературы:

1. Сретенский Л.Н. Динамика твердого тела в работах Эйлера, М.: Изд-во АН СССР, 1958.
2. Подобед В.В., Нестеров В.В. Общая астрометрия. М.: Наука, 1982.
3. Барбашин Е.А. Введение в теорию устойчивости. М.: Наука, 1967.
4. Манк У., Мак-Дональд Г. Вращение Земли. М.: Мир, 1964.
5. Зейлигер Д.Н. Теория движения подобно-изменяемого тела. Казань, 1982.
6. Магнус К. Гироскоп. Теория и применение. М.: Мир, 1974.
7. Ержанов Ж.С., Калыбаев А.А. Общая теория вращения Земли. М.: Наука, 1984.

ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ ДЛЯ ИНФРАСТРУКТУРНЫХ ПРОЕКТОВ

Таханова Г.Ж.

старший преподаватель АРУ им.К.Жубанова

Зулхарнаева Акмарал

студент гр.Ск-101 АРУ им.К.Жубанова

Геодезические изыскания играют важную роль в подготовке и реализации инфраструктурных проектов, таких как строительство мостов, дорог, тоннелей и других объектов. Они предоставляют необходимую информацию о местоположении, рельефе, геологических