

А.А. Ермаков¹, П.И. Букина¹

¹ Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, Российская Федерация

ИНСТРУМЕНТАЛЬНО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ РЕГИОНАЛЬНЫХ ОБЛАЧНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ

Аннотация. В статье описывается применение облачных технологий в качестве основного средства реализации межвузовского взаимодействия между высшими учебными заведениями Иркутской области. Приведен один из этапов проектирование вычислительного облака для научно-образовательного комплекса Иркутской области. Отображены расчёты основных составляющих облака: серверов, объема оперативной памяти, дисков (СХД), а также произведена оценка надежности разрабатываемого облака через коэффициент готовности.

Ключевые слова: межвузовское взаимодействие, облачные вычисления, облачные технологии, высшие учебные заведения, образовательные учреждения, пользователи.

А.А. Ermakov¹, P.I. Bukina¹

¹ Irkutsk State Transport University, Irkutsk, Russian Federation

INSTRUMENTALLY-METHODOLOGICAL ORGANIZATION OF REGIONAL CLOUD COMPUTATIONS

Abstract. The article describes the use of cloud technology in inter-university interaction between higher education institutions of the Irkutsk region. The computing cloud project for the scientific and educational complex of the Irkutsk region. Display of calculations of the main constituent clouds: servers, the amount of RAM, disks (SHD), as well as the estimates of reliability of the developed cloud through the availability factor.

Keywords: inter-university interaction, cloud computing, cloud technology, higher education institutions, educational institutions, users.

Введение

Организация взаимодействия между высшими учебными заведениями в вопросах профессиональной деятельности является актуальной проблемой не только Иркутской области, но и многих регионов России.

Традиционные методы сотрудничества, между образовательными учреждениями, такие как: проведение совместных конференций, обмен студентами и преподавателями, отнимают слишком много времени, ресурсов на подготовку и проведение таких мероприятий. Поэтому в качестве одного из основных средств для реализации межвузовского взаимодействия предлагается применить облачные вычисления.

Реализация межвузовского взаимодействия на базе облачных технологий в Иркутской области, является уникальным проектом, который на сегодняшний день не имеет аналогов. Такое взаимодействие может обеспечить конкурентоспособность и устойчивое развитие образовательной системы, создания перспективных инноваций и подготовки высококвалифицированных специалистов. Облачные технологии в свою очередь позволят решить самую важную проблему - географической удаленности вузов; повысят мобильность учащихся и преподавателей; решат проблему нехватки ресурсов для материально-технического обеспечения современной научной базы вузов и отсутствие достаточного количества хорошо подготовленных высококвалифицированных научно-педагогических кадров. Кроме этого облачные технологии являются самым быстрым, эффективным и доступным способом обеспечения образования.

Главной задачей этой работы является задача проектирования вычислительного облака для научно-образовательного комплекса Иркутской области (НОКИО). Целью такого проекта является создание инфраструктуры предоставления централизованных сервисов коммуникаций,

совместной работы для вузов Иркутской области, обмена ресурсами (как человеческими, так и материально - техническими) и создания мощной информационной базы.

В состав облако НОКИО войдут все государственные вузы Иркутской области, которых по статистике на 2020 г. насчитывается 10 вузов и 20 филиалов. Так как наибольшая концентрация вузов расположена именно в г. Иркутске, то внедрение и тестирование межвузовского взаимодействия с помощью облачных вычислений предлагается провести между вузами Иркутска на базе Иркутского Государственного Университета Путей Сообщения.

Разработка необходимой аппаратной инфраструктуры облако НОКИО

Исходя из объемов возможных пользовательских ресурсов исследуемого информационного пространства, предварительную разработку начальной конфигурации Облака следует осуществить для 500 пользователей.

Основой для облака является технология виртуализации, которая отделяет IT-ресурсы от физических устройств и выполняет роль предоставления вычислительных ресурсов для центра обработки данных. Виртуализация базируется на следующих ключевых физических компонентах: гипервизорах (северах), системе хранения данных и сетевой инфраструктуре.

Подсчитаем необходимое количество серверов. Одновременно от 6 до 9 пользователей могут использовать одно физическое ядро центрального процессора, в среднем это 7 пользователей на процессор. С учетом того, что для большинства задач подойдут двухпроцессорные сервера с шестиядерными процессорами, то общее количество пользователей на один такой сервер рассчитывается по формуле 1:

$$Pls = pr * yad * us, \quad (1)$$

где pr – количество процессоров сервера, yad – количество ядер одного процессора, us – среднее количество пользователей на один сервер. То есть, общее количество пользователей равно:

$$Pls = 2 * 6 * 7 = 84 \text{ пользователя.}$$

Если в сервере есть возможность задействовать технологию Hyper Threading, которая реализует идею «одновременной многопоточности» и позволяет получить на 50-80% больше пользователей, то общее количество пользователей рассчитывается по формуле 2:

$$Pls_{HT} = n * Pls, \quad (2)$$

где n – коэффициент «многопоточности», Pls – общее количество пользователей на сервер, полученных по формуле (1). В результате получаем:

$$Pls_{HT} = 1,52 * 84 = 126 - 128 \text{ пользователей.}$$

Если Hyper Threading не может быть использован, тогда рекомендуемое правило: использовать 75% пользователей на сервер от показателя с Hyper Threading, то есть:

$$Pls = Pls_{HT} * k, \quad (3)$$

где Pls_{HT} – общее количество пользователей на сервер с технологией Hyper Threading, полученных по формуле (2), k – коэффициент распараллеливания процессов.

$$Pls = 128 * 75\% = 96 \text{ пользователей.}$$

В данном случае, в серверах для облака НОКИО технология Hyper Threading не будет задействована, поэтому среднее число пользователей на один сервер равно 96-ти пользователям. Исходя из этого, общее количество серверов рассчитывается по формуле 4:

$$Ser = Nus / Pls, \quad (4)$$

где Nus – общее количество пользователей Облака, Pls - общее количество пользователей на сервер, рассчитанное по формуле (3). Тогда:

$$Ser = 500 / 96 = 6 \text{ серверов.}$$

В результате, для обеспечения 500 пользователей потребуется пять двухпроцессорных серверов с шестиядерными процессорами.

Далее рассчитаем необходимый объем оперативной памяти. Объем памяти напрямую зависит от используемой версии операционной системы, и от того какие приложения будут запускаться. Например, с Windows 8 (ОС используемая в ИрГУПС) для базовых операций требуется 2 ГБ. Также в среде виртуализации необходимо от 200 до 500 МБ на файл подкачки, используемый в момент когда остается менее 25% свободного места в оперативной памяти.

Помимо вышеперечисленного, каждая виртуальная машина требует немного оперативной памяти сама по себе – около 5% от общего объема памяти сервера, то есть около 100 МБ на клиента. И хост сам по себе требует 4 ГБ оперативной памяти. В результате для запуска Windows 8 на сервере необходим следующий объем оперативной памяти, рассчитанный по формуле 5:

$$RAM = RAM_{Host} + (RAM_{OS} + RAM_{VM}) * Pls, \quad (5)$$

где RAM_{Host} – объем памяти необходимый для хоста, RAM_{OS} – объем памяти необходимый для операционной системы, RAM_{VM} – объем памяти необходимый для виртуальной машины, Pls – общее количество пользователей на один сервер, рассчитанное по формуле (3). В результате:

$$RAM = 4\text{ГБ} + (2\text{ГБ} + 100\text{МБ}) * 96 = 205,6\text{ ГБ}.$$

Потребуется 206 ГБ оперативной памяти для запуска виртуальных машин на сервере для обеспечения работы 500 пользователей в Облаке.

Рассчитаем необходимое количество дисков (СХД). Производительность дисков измеряется в IOPS (количество операций ввода/вывода) – один из ключевых параметров при измерении производительности систем хранения данных, дисков и сетевых хранилища данных (SAN).

Во время запуска ОС и входа пользователя в сессию (загрузка профиля) виртуальная машина делает 50 IOPS, а во время работы 10-15 IOPS, чем значительно нагружает дисковую подсистему. Момент загрузки всех виртуальных машин разом и входа пользователей в сессии называется «Boot Storm», нагрузка на подсистему хранения в этот момент максимальная. Чтобы рассчитать необходимую пиковую производительность дисковой подсистемы нужно количество виртуальных машин умножить на 50 IOPS, по формуле 6:

$$Pds_{max} = N_{VM} * qvm_{start}, \quad (6)$$

где N_{VM} – общее количество виртуальных машин, qvm_{start} – нагрузка ВМ на дисковую подсистему во время запуска ОС и входа пользователя в сессию.

Производительность дисковой подсистемы в остальное время работы рассчитывается по формуле 7:

$$Pds = N_{VM} * qvm_{work}, \quad (7)$$

где N_{VM} – общее количество виртуальных машин, qvm_{work} – нагрузка ВМ на дисковую подсистему во время текущей работы.

Для 500 пользователей будут следующие показатели: во время «Boot Storm»:

- $Pds_{max} = 500 * 50 = 25000\text{ IOPS}$;
- в остальное время $Pds = 500 * 15 = 7500\text{ IOPS}$.

Расчет производительности СХД (Host_iops) производится по следующим формулам:

$$Host_iops = Backend_iops * RAID_Penalty, \quad (8)$$

$$Backend_iops = (Drive_Count - Hotspare_Count) * IOPS_per_Drive, \quad (9)$$

где $RAID_Penalty$ – коэффициент полезной нагрузки, который для RAID-5 = 1/1,9; для RAID-10 = 1/1,3. $Drive_Count$ – количество носителей (дисков), $Hotspare_Count$ – количество дисков горячей замены, $IOPS_per_Drive$ – табличное значение, которое для RAID-10 = 5500 iops.

В результате, общая производительность дисков известна – необходимо обеспечить нагрузку в 25000 iops. Тогда, количество дисков $Drive_Count$ для RAID-10 равно:

$$Drive_Count = (Host_iops + Hotspare_Count * IOPS_per_Drive * RAID_Penalty) / (IOPS_per_Drive * RAID_Penalty), \quad (10)$$

$$Drive_{count} = \frac{25000 + 1 * 5500 * \frac{1}{1.3}}{5500 * \frac{1}{1.3}} = \frac{25000 + 4231}{4231} = 7.$$

То есть, для того чтобы обеспечить работу 500 пользователей с нагрузкой в 25000 iops необходимо 7 SSD дисков.

Помимо дисков необходимых для нормальной работы виртуальных машин, необходимо посчитать количество дисков для хранения объема данных пользователей. В среднем для

работы с текстовыми файлами, презентациями, PDF и небольшим количеством изображений нужно 10-15 Гб на сотрудника, при этом необходимо учесть резервирование данных. То есть, получаем:

$$Drive_Count = (Mus * Nus * 2) / Md, \quad (11)$$

где Mus – средний объем памяти на одного пользователя, Nus – общее количество пользователей облака, 2 – коэффициент резервирования данных, Md – объем памяти одного диска .

В результате:

$$Drive_{Count} = \frac{15 \text{ Гб} * 500 \text{ пользователей} * 2}{2000 \text{ Гб}} = (15000 \text{ Гб}) / (2000 \text{ Гб}) = 8$$

Для обеспечения хранения данных пользователей с суммарным объемом памяти в 15 ТБ понадобится 8 дисков по 2ТБ на каждый.

Оценка надежности разрабатываемого облака НОКИО

Произведем оценку надежности разрабатываемого облака через коэффициент готовности. Готовность отражает способность системы непрерывно выполнять свои функции.

Коэффициент готовности (К) определяется по формуле 13:

$$K = MTBF / (MTBF + MTTR), \quad (12)$$

где: $MTBF$ (Mean Time Between Failure) — среднее время наработки на отказ (средняя наработка между отказами); $MTTR$ (Mean Time To Repair) — среднее время восстановления работоспособности (среднее время до восстановления).

Проектируемое облако состоит из блейд-серверов, системы хранения данных, маршрутизаторов и коммутаторов. Все подсистемы облака имеют резервирование, поэтому при отказе любого элемента оборудование облака в целом останется в работоспособном состоянии. Более того, замена отказавшего элемента возможна без остановки оборудования облака.

Вероятность (P) выхода одного компонента из строя в течение одного года составляет:

$$P = 1 / MTBF. \quad (13)$$

Отказ дублированного компонента приведет к отказу оборудования только при условии, что компонент-дублер тоже выйдет из строя в течение времени, необходимого для «горячей» замены компонента, отказавшего первым. Если гарантированное время замены компонента составляет 24 часа (1/365 года, что соответствует сложившейся практике обслуживания серверного оборудования), то вероятность такого события в течение года:

$$Pd = (P * P) / 365 * 2. \quad (14)$$

Вероятность безотказной работы любого компонента в течение года равна:

$$Pi' = 1 - Pi \quad (15)$$

Вероятность безотказной работы всех компонентов в течение года равна произведению вероятностей этих независимых событий:

$$Ps' = \prod Pi'. \quad (16)$$

Тогда вероятность выхода сервера из строя в течение года:

$$Ps = 1 - Ps'. \quad (17)$$

Или

$$Ps = 1 - \prod (1 - Pi). \quad (18)$$

Поскольку отказы сервера (отказы компонент) распределены во времени равномерно, то, зная вероятность отказа сервера в течение года, можно определить время его наработки на отказ (время, через которое сервер выйдет из строя с вероятностью 100%):

$$MTBFs = 1 / Ps. \quad (20)$$

Коэффициент готовности оборудования облака будет равен:

$$K = MTBFs / (MTBFs + MTTR). \quad (21)$$

Выполним расчеты коэффициента готовности оборудования облака состоящего из серверов (таблица 1), СХД (таблица 2) и сетевого оборудования (таблица 3).

Таблица 1 – Расчет коэффициента готовности для сервера

| п/п | Компонент сервера | Заявленная надежность | | | Количество элементов | Вероятность отказа с учетом дублирования (P_d) |
|----------------------|----------------------|-----------------------|--------------|-----------------------------------|----------------------|--|
| | | $MTBF^*$ (час.) | $MTBF$ (лет) | Вероятность отказа за год (P) | | |
| 1. | Блок питания | 90 000 | 10,27 | 0,09733 | 2 | 0,0000519 |
| 2. | Системная плата | 300 000 | 34,25 | 0,02920 | 1 | 0,0292000 |
| 3. | Процессор №1 | 1000000 | 114,16 | 0,00876 | 1 | 0,0087600 |
| 4. | Процессор №2 | 1000000 | 114,16 | 0,00876 | 1 | 0,0087600 |
| 5. | РАМ, модуль №1 | 1000000 | 114,16 | 0,00876 | 1 | 0,0087600 |
| 6. | РАМ, модуль №2 | 1000000 | 114,16 | 0,00876 | 1 | 0,0087600 |
| 7. | Жесткий диск | 400 000 | 45,66 | 0,02190 | 2 | 0,0000026 |
| 8. | Вентилятор №1 | 100 000 | 11,42 | 0,08760 | 2 | 0,0000420 |
| 9. | Вентилятор №2 | 100 000 | 11,42 | 0,08760 | 2 | 0,0000420 |
| 10. | Контроллер HDD | 300 000 | 34,25 | 0,02920 | 1 | 0,0292000 |
| 11. | Плата сопряжения | 300 000 | 34,25 | 0,02920 | 1 | 0,0292000 |
| 12. | Ленточный накопитель | 220 000 | 25,11 | 0,03982 | 1 | 0,0398182 |
| Для сервера в целом: | | | | 0,37664 | | 0,1519961 |

Таблица 2 – Расчет коэффициента готовности для СХД

| п/п | Компонент СХД | Заявленная надежность | | | Количество элементов | Вероятность отказа с учетом дублирования (P_d) |
|------------------|----------------|-----------------------|--------------|-----------------------------------|----------------------|--|
| | | $MTBF^*$ (час.) | $MTBF$ (лет) | Вероятность отказа за год (P) | | |
| 1. | Блок питания | 90 000 | 10,27 | 0,09733 | 2 | 0,0000519 |
| 2. | Жесткий диск | 400 000 | 45,66 | 0,02190 | 2 | 0,0000026 |
| 3. | Вентилятор | 100 000 | 11,42 | 0,08760 | 2 | 0,0000420 |
| 4. | Контроллер HDD | 300 000 | 34,25 | 0,02920 | 2 | 0,0000047 |
| Для СХД в целом: | | | | 0,21797 | | 0,0001013 |

Таблица 3 □ Расчет коэффициента готовности для сетевого оборудования

| п/п | Компонент сетевого оборудования | Заявленная надежность | | | Количество элементов | Вероятность отказа с учетом дублирования (P_d) |
|------------------------------------|---------------------------------|-----------------------|--------------|-----------------------------------|----------------------|--|
| | | $MTBF^*$ (час.) | $MTBF$ (лет) | Вероятность отказа за год (P) | | |
| 1. | Коммутатор | 510000 | 58,21 | 0,01718 | 2 | 0,0000016172 |
| 2. | Маршрутизатор | 593000 | 67,69 | 0,0148 | 2 | 0,0000012 |
| Для сетевого оборудования в целом: | | | | 0,03198 | | 0,0000028172 |

(*) – исходные данные по $MTBF$ являются оценочными, предоставленными по данным позициям оборудования производителя или их аналогам.

В итоге расчетные данные по оборудованию облака равны:

– вероятность отказа оборудования облака в течение года:

$$P_s = 1 - (1 - 0.1519961) * (1 - 0.0001013) * (1 - 0.000028172) = 0.1522084;$$

– $MTBF$ оборудования облака (лет):

$$MTBF_s = \frac{1}{0.1522084} = 6.5753 \text{ лет (57599,63 часа);}$$

– среднее время устранения неисправности (часов): $MTTR = 24$;

– коэффициент готовности оборудования облака (%):

$$K = \frac{MTBFs}{MTBFS + MTTR} = \frac{57599.63}{(57599.63 + 24)} = 99.958 = 99.96$$

Коэффициент готовности оборудования облака = 99,96%, что говорит о высокой устойчивости облака к возможным отказам аппаратного и сетевого оборудования.

Заключение

Облако НОКИО предназначено для создания единого информационного пространства вузов Иркутской области с целью предоставления централизованных сервисов коммуникаций, совместной работы, обмена ресурсами и создания информационной базы.

Для достижение вышеописанных целей в статье был приведен один из этап проектирования облака НОКИО - разработка необходимой аппаратной инфраструктуры облака. В ходе разработки были описаны расчеты физических серверов, объема оперативной памяти, дисков и на основании расчетов была произведена оценка надежности облака через коэффициент готовности, который доказывает устойчивость проектируемого облака к отказам оборудования.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Аверьянихин А.Е., Котельницкий А.В., Муравьев К.А. Методика расчета оптимального числа узлов кластера виртуализации частного облака виртуальных рабочих столов по критерию эффективности // Международный научно-исследовательский журнал. 2016. №5 (47). С. 6-13.
2. Алджанов В. ИТ-архитектура. Практическое руководство от А до Я. Первое издание // «Издательские решения». 2018 – 1017 с.
3. Алджанов В. ИТ-архитектура от А до Я: Комплексное решение. Первое издание // «Издательские решения». 2018 – 348 с.
4. Большой проект виртуализации серверов. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://itsave.ru/ibm-flex-system/>. (дата обращения 10.02.2020).
5. Григорьев А.М., Матвийчук А.Р., Белоусов А.Н.. Корпоративное облако как средство поддержки научно-исследовательской деятельности // Современные проблемы математики и ее приложений. 2016. №47. С. 1-5.
6. Правильный расчет для VDI (часть 1). [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/company/hpe/blog/150513/>. (дата обращения 18.02.2020).
7. Правильный расчет для VDI (часть 2). [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/company/hpe/blog/150736/>. (дата обращения 18.02.2020).
8. Сравнение кластера надежности и "обычного" сервера. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.team.ru/server/stbl_compare.shtml. (дата обращения 23.03.2020).
9. Техническое задание на поставку систем хранения данных для инфраструктуры национальной облачной платформы с целью расширения функциональности услуги «виртуальный ЦОД» в части добавления возможности заказа дисков с гарантированной производительностью. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://portal.setonline.ru/fx/gpms/etpGetFileServlet?fileUUID=dbfile184h8tg000019ol2gdo22prgus>. (дата обращения 23.02.2020).
10. Шаброва Н.В. Взаимодействие вузов и институтов академической науки в уральском макрорегионе как проблема нелинейного развития высшего образования. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/vzaimodeystvie-vuzov-i-institutov-akademicheskoy-nauki-v-uralskom-makroregione-kak-problema-nelineynogo-razvitiya-vysshego/viewer>. (дата обращения 10.04.2020).

REFERENCES

1. Averyanikhin A.E., Kotelnitsky A.V., Muravyev K.A. Metodika rascheta optimalnogo chisla uzlov klastera virtualizatsii chastnogo oblaka virtualnykh rabochikh stolov po kriteriyu effektivnosti [Methodology for calculating the optimal number of nodes of a cluster of virtual private clouds of

virtual desktops by the criterion of efficiency] // International Scientific Journal. 2016. No5 (47). pp. 6-13. (in Russian)

2. Aljanov V. IT-arkhitektura. Prakticheskoye rukovodstvo ot A do Ya. Pervoye izdaniye [IT architecture. A practical guide from A to Z. First edition] // Publishing Solutions. 2018 - 1017 p. (in Russian)

3. Aljanov V. IT-arkhitektura ot A do Ya: Kompleksnoye resheniye. Pervoye izdaniye [IT architecture from A to Z: Integrated solution. First Edition] // Publishing Solutions. 2018 - 348 p. (in Russian)

4. Bolshoy proyekt virtualizatsii serverov [A large server virtualization project]. [Electronic resource]. - Access mode: <http://itsave.ru/ibm-flex-system/>. (date of treatment 02.10.2020). (in Russian)

5. Grigoryev AM, Matviychuk AR, Belousov AN .. Korporativnoye oblako kak sredstvo podderzhki nauchno-issledovatel'skoy deyatel'nosti [Corporate cloud as a means of supporting research activities] // Modern problems of mathematics and its applications. 2016. No47. pp. 1-5. (in Russian)

6. Pravilnyy raschet dlya VDI (chast 1) [The correct calculation for VDI (part 1)]. [Electronic resource]. - Access mode: <https://habr.com/en/company/hpe/blog/150513/>. (circulation date 02/18/2020). (in Russian)

7. Pravilnyy raschet dlya VDI (chast 2) [The correct calculation for VDI (part 2)]. [Electronic resource]. - Access mode: <https://habr.com/en/company/hpe/blog/150736/>. (circulation date 02/18/2020). (in Russian)

8. Sravneniye klastera nadezhnosti i "obychnogo" servera. [Comparison of the reliability cluster and the "normal" server]. [Electronic resource]. - Access mode: http://www.team.ru/server/stbl_compare.shtml. (date of treatment 03.23.2020). (in Russian)

9. Tekhnicheskoye zadaniye na postavku sistem khraneniya dannykh dlya infrastruktury natsionalnoy oblachnoy platformy s tselyu rasshireniya funktsionalnosti uslugi «virtualnyy TsOD» v chasty dobavleniya vozmozhnosti zakaza diskov s garantirovannoy proizvoditelnostyu [The terms of reference for the supply of storage systems for the infrastructure of the cloud platform in order to expand functional services]. [Electronic resource]. - Access mode: <https://portal.setonline.ru/fx/gpms/etpGetFileServlet?fileUUID=dbfile184h8tg000019ol2gdo22prgus>. (date of treatment 02.23.2020). (in Russian)

10. Shabrova N.V. Vzaimodeystviye vuzov i institutov akademicheskoy nauki v uralskom makroregione kak problema nelineynogo razvitiya vysshego obrazovaniya [The interaction of universities and institutes of academic science in the Ural macro-region as a problem of non-linear development of higher education]. [Electronic resource]. Access Mode: <https://cyberleninka.ru/article/n/vzaimodeystvie-vuzov-i-institutov-akademicheskoy-nauki-v-uralskom-makroregione-kak-problema-nelineynogo-razvitiya-vysshego/viewer>. (circulation date 10.04.2020). (in Russian)

Информация об авторах

Анатолий Анатольевич Ермаков – к. т. н., доцент, доцент кафедры «Информационные системы и защита информации», Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск. e-mail: ermak@irgups.ru

Полина Игоревна Букина – обучающаяся 2 курса магистратуры по специальности «Информационные системы и технологии» факультета Управление на транспорте и Информационные Технологии, e-mail: polina.bukina97@yandex.ru

Authors

Anatoly Anatolyevich Ermakov – Ph.D., Associate Professor, Associate Professor, Department of Information Systems and Information Protection, Irkutsk State University of Railway Engineering, Irkutsk. e-mail: ermak@irgups.ru

Polina Igorevna Bukina – 2nd year student of a master's degree in the specialty "Information Systems and Technologies" of the Faculty of Transport Management and Information Technology, e-mail: polina.bukina97@yandex.ru

Для цитирования

Ермаков А.А. Инструментально-методологическая организация региональных облачных вычислений [Электронный ресурс] / А.А. Ермаков, П.И. Букина. // Молодая наука Сибири: электрон. науч. журн. – 2020. – №3(9). – Режим доступа: <http://mnv.ircups.ru/toma/39-2020>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ. (дата обращения: 05.10.2020)

For citation

Ermakov A.A., Bukina P.I. Instrumentally-Methodological Organization of Regional Cloud Computations. *The electronic scientific journal "Young science of Siberia"*, 2020, no. 3(9). [Accessed 05/10/20] (in Russian)