Цифровые технологии в системе мониторинга окружающей среды на месторождениях твердых полезных ископаемых

Ольга Михайловна ГУМАН^{1*},
Анатолий Борисович МАКАРОВ^{1**},
Ирина Александровна АНТОНОВА¹,
Екатерина Олеговна ВЕГНЕР-КОЗЛОВА^{2,3}

¹Уральский государственный горный университет, Россия, Екатеринбург

²Институт экономики УрО РАН, Россия, Екатеринбург

³Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина, Россия, Екатеринбург

Аннотация

Актуальность исследований определяется тем, что в современных условиях осваивается значительное количество новых месторождений твердых полезных ископаемых, для которых выполняются комплексные исследования окружающей среды. В рамках этих работ возникает необходимость ведения мониторинговых наблюдений по состоянию и изменению окружающей среды, основанных на цифровых технологиях, применение которых на месторождениях твердых ископаемых базируется на современных картах с использованием ГИС-технологий; предполагает использование оборудования в автоматическом режиме, прогноз сложный, многосредный базируется на современных программных продуктах, обработка должна быть площадной и во временном режиме – все это позволит сделать управленческие решения более целенаправленными.

Цель работы: анализ особенностей применения цифровых технологий при организации и проведении мониторинга природной окружающей среды при разработке месторождений твердых полезных ископаемых.

Методология исследований. На месторождениях твердых полезных ископаемых мониторинг окружающей среды начинается с составления карт с использованием ГИС-технологий, режимных наблюдений, выполняются анализ и визуализация пространственно распределенной информации, появляются площадные и временные модели, составляется прогноз на время отработки месторождения и его ликвидации. На каждом этапе мониторинга используются цифровые технологии.

Результаты. Разработаны алгоритм и программа создания цифровых моделей на месторождениях твердых полезных ископаемых с учетом процессов изменения компонентов окружающей среды в пространстве и времени.

Ключевые слова: мониторинг окружающей среды, ГИС-технологии, прогноз изменения состояния окружающей среды, природно-технические системы.

Введение

В теории мониторинга, разработанной Ю. А. Израэлем, сделан акцент не только на наблюдении, но и на прогнозе, когда был введен в определение термина «мониторинг окружающей среды» антропогенный фактор как основная причина этих изменений. В настоящее время под мониторингом окружающей среды понимают систему наблюдений, оценки и прогноза антропогенных изменений состояния окружающей природной среды [1].

Цель экологического мониторинга – установление тенденций развития и изменения компонентов окружающей среды (атмосферы, почв, грунтов, поверхностных и подземных вод) с учетом их экологических последствий для человека и других организмов в пределах проектируемых (или действующих) объектов и прилегающих территорий и на основе этого – разработка рекомендаций и управляющих решений по оптимизации функционирования горнодобывающего предприятия, обеспечению экологически благоприятных условий его существования и устойчивого развития [2].

Системы мониторинга окружающей среды месторождений твердых полезных ископаемых

Особенности системы мониторинга окружающей среды месторождений твердых полезных ископаемых Среднего Урала [3]: мониторинг является многосредным, так как включает почвы, грунты, поверхностные и подземные воды, атмосферу, растительность и животный мир; приоритетно наблюдаемыми являются процессы массообмена и трансформации вещества, которые в конечном счете оказывают воздействие на животный и растительный мир. Объектами наблюдений являются природно-технические системы (ПТС), преобразующиеся в процессе производственной деятельности горнодобывающих комплексов Среднего Урала; пространственно-временные границы выходят за пределы санитарно-защитных зон и сроки эксплуатации месторождений. При разработке природоохранных мероприятий на территориях отработки месторождений твердых полезных ископаемых следует учитывать скрытые механизмы действия источников

✉ auman2007@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0001-7078-6916>

** faq.gpr@ursmu.ru

<https://orcid.org/0000-0003-4843-3422>

загрязнения, проявляющиеся часто после ликвидации рудников, что определяет продолжительность функционирования системы мониторинга окружающей среды.

Этапы мониторинга окружающей среды: 1. Проведение предварительного обследования с целью установления основных компонентов природной среды, нуждающихся в мониторинге, определение системы наблюдаемых показателей, измерение фоновых значений; 2. Создание постоянно действующей системы экологического мониторинга, ее оборудование и функциональное обеспечение; 3. Проведение стационарных наблюдений с целью определения тенденций изменения показателей состояния среды; 4. Отслеживание и моделирование экологической ситуации, составление краткосрочных и долгосрочных прогнозов и выдача рекомендаций. На горных предприятиях необходимо добавить пятый этап – управление процессом разработки, ликвидации или захоронения отходов.

На каждом этапе мониторинга используют цифровые технологии, начиная с цифровых карт и GPS-привязки точек контроля, заканчивая проверкой прогностических моделей.

При мониторинге окружающей среды месторождений твердых полезных ископаемых должен осуществляться системный подход к оценке состояния ОС и прогнозированию функционирования ПТС. Познание не может осуществляться хаотически, беспорядочно; так как имеет определенную систему и подчиняется определенным закономерностям [4]. Системный анализ предполагает: рассмотрение объекта деятельности (теоретической и практической) как системы – ограниченного множества взаимодействующих элементов; определение состава, структуры и организации элементов и частей системы, обнаружение главных связей между ними; выявление внешних связей системы, выделение из них главных; определение функции системы и ее роли среди других систем; анализ диалектики структуры и функции системы; обнаружение на этой основе закономерностей и тенденций развития системы.

С современных позиций ПТС месторождений твердых полезных ископаемых могут рассматриваться как системы целостные (связи между составляющими элементами прочнее, чем связи элементов со средой) и суммативные (связи между элементами одного и того же порядка равны связям элементов со средой); органические и механические; динамические и статические; «открытые» и «закрытые»; «самоорганизующиеся» и «неорганизованные» и т. д. [5]. В этом сложность применением цифровых технологий на месторождениях.

Опыт составления проектов мониторинга окружающей среды для ряда месторождений твердых полезных ископаемых, включая объекты размещения промышленных отходов, позволил выделить ряд проблем при ведении экологического мониторинга на локальном (или объектном) уровне [6].

Основные из них следующие: 1) проблема программно-целевого подхода, 2) проблема оптимального состава мониторинга, 3) комплексность мониторинга, 4) периодичность стационарных наблюдений, 5) проблема определения «фоновых» состояний компонентов природной среды в техногенно измененных условиях, 6) проблема выбора мест расположения пунктов контроля, 7) проблема методического обеспечения мониторинга, 8) проблема

обработки данных экологического мониторинга на всех этапах отработки: от первичных (фоновых) наблюдений до ликвидации горнодобывающих предприятий. Обработка должна проводиться по единой информационной технологии, широко использующей аппарат геоинформационных систем (ГИС), а также интерактивные технологии в единой вычислительной среде.

Помимо этого, существует проблема прогнозирования: система мониторинга должна выполнять функции контроля текущего состояния компонентов окружающей среды при функционировании горнодобывающих предприятий, а также осуществлять ретроспективный анализ и прогнозирование на основе математического моделирования.

Ведущая роль в изучении экологических условий на стадиях разведки, оценки, эксплуатации, ликвидации и последующей рекультивации месторождений твердых полезных ископаемых принадлежит картографическим методам, обеспечивающим анализ, преобразование и отображение пространственной информации [7].

Цифровые технологии в системе мониторинга

Для эффективного управления производственными процессами с точки зрения охраны окружающей среды необходимо, чтобы информация по мониторингу окружающей среды на горнодобывающем предприятии была наглядной, увязанной по объектам, быстро обрабатываемой, привязанной к ситуационной схеме места размещения предприятия.

Как в России, так и в других странах [8] сейчас ведутся большие исследовательские работы, направленные на решение глобальных, национальных, региональных и локальных геоэкологических проблем с помощью методов и средств геоинформатики. Однако практически все современные программные продукты отличаются довольно узкой специализацией, направленностью на решение частных задач. Это зачастую не позволяет в полной мере использовать мощные средства графического оформления, например, в анализе специфики образования, накопления и перераспределения загрязнителей в геосистемах, что особенно важно для геоэкологического картографирования. Поэтому нередко возникает необходимость комбинирования, совмещения и доработки нескольких программных продуктов для проведения полного и детального геоэкологического картографирования территории.

По мере перехода от первичных результатов мониторинга окружающей среды к знаниям о состоянии окружающей среды меняются методы работы с информацией. Соответственно в экологической информационной системе (ЭИС) можно выделить три уровня, отличающиеся по методам работы с экологической информацией (рис. 1) [9].

На нижнем уровне ЭИС для хранения, защиты исходных данных о состоянии окружающей среды и их первичной статистической обработки (методы базовой статистики) применяются стандартные (либо специализированные) системы управления базами данных (СУБД). Примерами стандартных СУБД могут служить персональные СУБД – MS Access, MS FoxPro (технология «файл-сервер»); либо промышленные СУБД – MS SQL-server, Oracle (технология «клиент-сервер»). Специализированные СУБД, как правило, создаются либо путем настройки существующей стандартной СУБД, либо

Рисунок 1. Структурная схема экоиформационной системы.
Figure 1. Structural scheme of the eco-information system.

путем создания собственного программного приложения, обеспечивающего решение узконаправленных прикладных задач и максимально дружественного для конечного пользователя. В том и в другом случае потребуется создание разветвленной структуры реляционной базы данных.

На среднем уровне ЭИС для анализа информации о состоянии окружающей среды используются геоинформационные системы (ГИС). Примерами ГИС могут служить такие наиболее распространенные программные продукты, как GS Surfer, ArcView, MapInfo, AutoCad и пр. Для углубленной статистической обработки информации могут быть привлечены внешние программные продукты – MS Graph, MS Excel, MathCAD, Statistica и т. п. Подобные системы, обеспечивая комплексную обработку, анализ и визуализацию пространственно распределенной информации, позволяют систематизировать вывод картографической экоиформационной основы для управления природными ресурсами, реализуя опыт, накопленный специалистами в этой области.

По данным [9], основные особенности и направления развития геоинформационных систем связаны с широким распространением геопорталов, облачных сервисов и развитием систем сервисно ориентированной архитектуры, которые позволят создавать распределенные ГИС различной направленности. Для обеспечения поддержки принятия решений необходим еще один этап работы с информацией, позволяющий соотнести ожидаемые результаты комплексной обработки данных (интегральные показатели) со шкалой экспертных оценок. Такое соотнесение прямо или косвенно основывается на результатах мониторинга и имеет ряд специфических моментов, как научно-методических, так и психологических, при представлении полученных результатов лицам, принимающим решения.

В будущем системы поддержки принятия решений в области экологической безопасности неизбежно будут основываться на математическом моделировании процессов, происходящих в природе. Схема «модель–гипотеза–эксперимент–установленный факт» составляет основу процесса познания практически в любой из многочисленных областей современного естествознания. В настоящий момент накопление знаний, необходимых для поддержки принятия решений, основывается на системном анализе экологической информации, на различных методах оценки воздействия на окружающую среду.

Для обеспечения решения задач нижнего и частично среднего уровня экоиформационной системы нами разработана программа базы данных для первичной обработки результатов мониторинга окружающей среды.

Особенности данной базы: в структуру базы данных включены следующие объекты мониторинга: атмосферный воздух, подземная гидросфера, поверхностная гидросфера, почвы, грунты, снеговой покров; пункты контроля по всем средам имеют координатную привязку. Параметры мониторинга окружающей среды выбраны с учетом воздействия предприятия на компоненты по средам, первичная обработка выполнена в различных временных режимах; существует возможность формирования отчетов по состоянию окружающей среды.

Программный продукт «Мониторинг окружающей среды» является, по сути, интегрированной информационной средой, состоящей из двух основных частей – ядра (собственно базы данных – БД) и программы-оболочки, представляющей собой клиентскую систему управления базой данных (СУБД) и содержащей интерфейсную часть программы.

При прогнозировании того или иного процесса приходится «идеализировать» окружающую среду, упрощая реальность и игнорируя второстепенные и малоизученные факторы. Основные задачи прогнозирования [10, 11] – прямые, обратные, инверсные, обобщенные. Прямые: по заданным характеристикам объекта и проектируемым возмущениям определяется реакция геологической среды в пространстве и времени. Например, ореол загрязнения подземных вод – по площади проектируемого объекта, объему и составу образующегося фильтрата с учетом гидрогеологических параметров основания полигона и прилегающей территории. Обратные: по известным реакциям и свойствам геологической среды оцениваются воздействующие на нее возмущения. Например, по распределению влажности пород устанавливается источник подтопления территории и его интенсивность или по изменению макрокомпонентного состава подземных вод – источник их загрязнения. Инверсные: по известным возмущениям и реакции объекта определяются его свойства, т. е. зная химический состав отходов и химический состав подземной воды в основании отвала, можно охарактеризовать степень очистки подземной воды в грунтовой толще при протекающих там процессах. Обобщенные: циклы прямых

и обратных задач, результаты решения которых представлены в виде графиков, номограмм, эмпирических формул.

Информационное единство структуры базы данных, оптимальный выбор приоритетных показателей влияния ПТС на компоненты окружающей среды являются основой для автоматизации создания экологических моделей месторождений твердых полезных ископаемых, учитывающих реакцию окружающей среды на способы, технологию и масштабы их обработки, вплоть до ликвидации горных предприятий.

В настоящее время моделирование используется при решении, в первую очередь, гидрогеологических задач при оценке водопритоков в горные выработки и геомиграционного моделирования для установления характера и масштабов загрязнения территории. Создание трехмерных моделей геофильтрации, геомиграционное моделирование, численное моделирование процессов фильтрации и миграции смешиваемых жидкостей производится при помощи разнообразных программных продуктов, в частности MODFLOW, Mt3DMS, AquaChem, PHREEQC, HydroGeo, SEAWAT-2000, DENSFLOW и др. [12–15].

Выводы

В целях предотвращения негативного влияния на окружающую среду горнодобывающих производств необходимо совершенствование систем анализа экологической информации, получаемой системой экологического мониторинга, формирования прогнозов и поддержки принятия управленческих решений в области охраны окружающей среды и природопользования. Создание базы данных экологического мониторинга, внедрение информационных моделей и систем управления базами данных в решении задач мониторинга окружающей среды на месторождениях твердых полезных ископаемых позволят своевременно выявлять последствия изменения характера и интенсивности техногенной нагрузки и оценки ее влияния на состояние компонентов окружающей среды в зоне воздействия. Одним из важных результатов создания и анализа полученных моделей является оптимизация пространственных и временных параметров системы мониторинга, что приведет к сокращению материальных и временных затрат.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-010-00558.

ЛИТЕРАТУРА

1. Королев В. А. Мониторинг геологических, литотехнических и эколого-геологических систем. М.: КДУ, 2007. 416 с.
2. Гуман О. М., Захаров А. В., Макаров А. Б. Особенности локального экологического мониторинга окружающей среды объектов горнопромышленного производства на примере Среднего Урала // Изв. вузов. Горный журнал. 2007. № 2. С. 56–59.
3. Гуман О. М., Грязнов О. Н., Антонова И. А., Макаров А. Б., Захаров А. В. Эколого-геологические условия и мониторинг окружающей среды полигонов твердых бытовых отходов Среднего Урала. Екатеринбург: ООО «УИПЦ», 2013. 237 с.
4. Андреев И. Д. Методологические основы познания социальных явлений. М., 1977. 328 с.
5. Фурман А. Е. Материалистическая диалектика (основные категории и законы). М.: Изд-во МГУ, 1969. 222 с.
6. Грязнов О. Н., Гуман О. М., Долинина И. А. Проблемы локального экологического мониторинга окружающей природной среды // Экологическая безопасность Урала: материалы науч.-техн. конф. Екатеринбург, 2002. С. 152.
7. Бершов А. В., Зеркаль О. В. Особенности применения геоинформационных технологий при инженерно-геологических исследованиях // Сергеевские чтения. Моделирование при решении геоэкологических задач: материалы годичной сессии Научного совета РАН по проблемам геоэкологии, инженерной геологии и гидрогеологии (23–24 марта 2009 г.). М.: ГЕОС, 2009. Вып. 11. С. 16–20.
8. Hosseinzadeh R., Sharifi I., Taghavi A. Maps Completely Preserving Fixed Points and Maps Completely Preserving Kernel of Operators // Analysis Mathematica. 2018. Vol. 44. P. 451–459. <https://doi.org/10.1007/s10476-018-0305-y>
9. Шокин Ю. И., Потапов В. П. ГИС сегодня: состояние, перспективы, решения // Вычислительные технологии. 2015. Т. 20, № 5. С. 175–213.
10. Захаров А. В. Техногенез окружающей среды и мониторинг Асбестовского промышленного узла (Средний Урал): автореф. дис. ... канд. геол.-минерал. наук. Екатеринбург, 2008. 27 с.
11. Гороховский В. М., Ткачук Э. И. Моделирование в инженерной геологии. Новочеркасск: Изд-во НПУ, 1980. 84 с.
12. Букаты М. Б. Разработка программного обеспечения для решения гидрогеологических задач // Изв. ТПУ. 2002. Т. 305, вып. 6. С. 348–365.
13. Злобина В. Л., Медовар Ю. А. Применение ГИС при оценке качества подземных вод // Сергеевские чтения. Моделирование при решении геоэкологических задач: материалы годичной сессии Научного совета РАН по проблемам геоэкологии, инженерной геологии и гидрогеологии (23–24 марта 2009 г.). М.: ГЕОС, 2009. Вып. 11. С. 30–32.
14. Квачев В. Н., Квачева Е. В., Сергеев С. В. Методологические и технологические аспекты автоматизации процесса создания трехмерных моделей геофильтрации при решении геоэкологических задач // Сергеевские чтения. Моделирование при решении геоэкологических задач: материалы годичной сессии Научного совета РАН по проблемам геоэкологии, инженерной геологии и гидрогеологии (23–24 марта 2009 г.). М.: ГЕОС, 2009. Вып. 11. С. 114–118.
15. Мироненко В. А., Румынин В. Г. Проблемы гидрогеоэкологии. Т. 3. Прикладные исследования (кн. 1). М.: Изд-во МГТУ, 1998. С. 29–103.

Статья поступила в редакцию 16 января 2020 года

Digital technologies in an environmental monitoring system at solid mineral deposits

Ol'ga Mikhailovna GUMAN^{1*},
Anatoliy Borisovich MAKAROV^{1**},
Irina Aleksandrovna ANTONOVA¹,
Ekaterina Olegovna VEGNER-KOZLOVA^{2,3}

¹Ural State Mining University, Ekaterinburg, Russia

²Institute of Economics of the Ural Branch of RAS, Ekaterinburg, Russia

³Ural Federal University named after the First President of Russia B. N. Yeltsin, Ekaterinburg, Russia

Abstract

The relevance of research is determined by the fact that in modern conditions a significant number of new deposits of solid minerals are being developed, for which comprehensive environmental studies are being carried out. As part of this work, there is a need for monitoring observations on the state and environmental changes based on digital technologies, the use of which in solid mineral deposits is grounded on modern maps using GIS technologies; it is assumed that the equipment will be used in automatic mode; the forecast is complex, multi-media is based on modern software products, processing should be areal and in time behaviour – all this will make management decisions more focused.

Purpose of the work: to analyze the features of the use of digital technologies in organizing and conducting monitoring of the natural environment in the development of solid mineral deposits.

Research methodology. In solid mineral deposits, environmental monitoring begins with mapping using GIS technology, operational observations; spatially distributed information is analyzed and visualized, area and time models appear, and a forecast is made for the time the field is developed and liquidated. Digital technology is used at each stage of monitoring.

Results. An algorithm and a program for creating digital models in solid mineral deposits are developed taking into account the processes of changing environmental components in space and time.

Keywords: environmental monitoring, GIS technologies, environmental change forecast, natural and technical systems.

The research was carried out with the financial support of the Russian Federal Property Fund within the framework of scientific project no. 20-010-00558.

REFERENCES

1. Korolev V. A. 2007, *Monitoring geologicheskikh, litotekhnicheskikh i ekologo-geologicheskikh sistem* [Monitoring of geological, lithotechnical and ecological-geological systems]. Moscow, 416 p.
2. Guman O. M., Zakharov A. V., Makarov A. B. 2007, Features of local environmental monitoring of the environment of mining facilities using the Middle Urals as an example. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Gornyi zhurnal* [News of the Higher Institutions. Mining Journal], no. 2, pp. 56–59. (In Russ.)
3. Guman O. M., Gryaznov O. N., Antonova I. A. et al. 2013, *Ekologo-geologicheskiye usloviya i monitoring okruzhayushchey sredy polygonov tverdykh bytovykh otkhodov Srednego Urala* [Ecological and geological conditions and environmental monitoring of solid waste landfills in the Middle Urals]. Ekaterinburg, 237 p.
4. Andreev I. D. 1977, *Metodologicheskiye osnovy poznaniya sotsial'nykh yavleniy* [Methodological foundations of knowledge of social phenomena]. Moscow, 328 p.
5. Furman A. E. 1969, *Materialisticheskaya dialektika (osnovnyye kategorii i zakony)* [Materialist dialectics (main categories and laws)]. Moscow, 222 p.
6. Gryaznov O. N., Guman O. M., Dolinina I. A. 2002, *Problemy lokal'nogo ekologicheskogo monitoringa okruzhayushchey prirodnoy sredy* [Problems of local ecological monitoring of the environment]. Ecological safety of the Urals: materials of scientific and technical conference, Ekaterinburg, p. 152.
7. Bershov A. V., Zerkal' O. V. 2009, *Osobennosti primeneniya geoinformatsionnykh tekhnologiy pri inzhenerno-geologicheskikh issledovaniyakh* [Features of the use of geographic information technologies in engineering and geological research]. Sergeev readings. Modeling when solving geoeological problems: materials of the annual session of the Scientific Council of the Russian Academy of Sciences on problems of geoeology, engineering geology and hydrogeology (March 23–24, 2009). Moscow, issue 11, pp. 16–20.
8. Hosseinzadeh R., Sharifi I., Taghavi A. 2018, Maps Completely Preserving Fixed Points and Maps Completely Preserving Kernel of Operators. *Analysis Mathematica*, vol. 44, pp. 451–459. <https://doi.org/10.1007/s10476-018-0305-y>
9. Shokin Yu. I., Potapov V. P. 2015, GIS today: state, prospects, solutions. *Vychislitel'nyye tekhnologii* [Computational Technologies], vol. 20, no. 5, pp. 175–213. (In Russ.)
10. Zakharov A. V. *Tekhnogenez okruzhayushchey sredy i monitoring Asbestovskogo promyshlennogo uzla (Sredniy Ural)* [Environmental technogenesis and monitoring of the Asbestovsky industrial hub (Middle Urals)], PhD thesis. Ekaterinburg, 27 p.
11. Gorokhovskiy V. M., Tkachuk E. I. 1980, *Modelirovaniye v inzhenernoy geologii* [Modeling in engineering geology]. no. vocherkassk, 84 p.
12. Bukaty M. B. 2002, Development of software for solving hydrogeological problems. *Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo universiteta* [Bulletin of the Tomsk Polytechnic University], vol. 305, issue 6, pp. 348–365. (In Russ.)

✉ oguman2007@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0001-7078-6916>

** faq.gpr@ursmu.ru

<https://orcid.org/0000-0003-4843-3422>

13. Zlobina V. L., Medovar Yu. A. 2009, *Primeneniye GIS pri otsenke kachestva podzemnykh vod* [Application of GIS in assessing the quality of groundwater], Sergeev readings. Modeling when solving geoecological problems: materials of the annual session of the Scientific Council of the Russian Academy of Sciences on problems of geoecology, engineering geology and hydrogeology (March 23–24, 2009). Moscow, issue 11, pp. 30–32.
14. Kvachev V. N., Kvacheva E. V., Sergeev S. V. 2009, *Metodologicheskiye i tekhnologicheskiye aspekty avtomatizatsii protsessa sozdaniya trekhmernykh modeley geofil'tratsii pri reshenii geoekologicheskikh zadach* [Methodological and technological aspects of the automation of the process of creating three-dimensional models of geofiltration in solving geoecological problems]. Sergeev readings. Modeling when solving geoecological problems: materials of the annual session of the Scientific Council of the Russian Academy of Sciences on problems of geoecology, engineering geology and hydrogeology (March 23–24, 2009). Moscow, issue 11, pp. 114–118.
15. Mironenko V. A., Rumynin V. G. 1998, *Problemy gidrogeoekologii* [Problems of hydrogeoecology], vol. 3. Applied research (b. 1). Moscow, pp. 29–103.

The article was received on January, 16, 2020