



ИЗ ОПЫТА ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ РЕКУРСИВНОМУ ПРОГРАММИРОВАНИЮ

Н.П. Макарова

Гродненский государственный университет имени Янки Купалы, Беларусь

Аннотация. Важной формой дистанционного обучения в современных условиях является сетевой проект, позволяющий организовать эффективное взаимодействие обучающихся в сети. В статье описывается опыт дистанционного обучения студентов – будущих преподавателей математики и информатики, в рамках авторского учебного сетевого проекта, направленного на освоение технологии рекурсивного программирования, выявление его особенностей, формирование критического отношения к окружающей действительности и информационным процессам. Данный опыт полезен при организации управляемой самостоятельной работы студентов под руководством преподавателя, а также преподавании программирования в учреждениях общего среднего образования на факультативных занятиях «Методы алгоритмизации», «Избранные главы информатики», «Математические основы информатики», «Алгоритмизация и программирование».

Ключевые слова. Дидактика информатики, дистанционное обучение, программирование, рекурсия, сетевой проект, проектная деятельность студентов.

ON THE EXPERIENCE OF TEACHING STUDENTS RECURSIVE PROGRAMMING IN DISTANCE MODE

N.P. Makarova

Yanka Kupala State University of Grodno, Belarus

Abstract. A network project, which allows you to organize effective interaction of students in a network, is an important form of distance teaching and learning in modern conditions. The article describes the experience of distance teaching of students who are mathematics and computer science teachers-to-be in the framework of the author's educational network project aimed at mastering the technology of recursive programming, identifying its features, forming

a critical attitude to the surrounding reality and information processes. The experience is useful in organizing an independent study of students under a teacher's guidance, as well as teaching programming in institutions of general secondary education at elective courses "Methods of Algorithmization", "Selected Chapters on Informatics", "Mathematical Foundations of Informatics", "Algorithmization and Programming".

Key words. Didactics of informatics, distance teaching and learning, programming, recursion, network project, project activities of students.

Введение

В документах ЮНЕСКО обращается внимание на усиление роли науки, технологий и инноваций в высшем образовании для обеспечения его качественного уровня [1, с. 10]. Необходимость формирования у обучающихся способностей самостоятельного производства знаний отмечается в программных документах Республики Беларусь [2, с. 35]. Умения самостоятельного производства знаний формируются при участии студентов в сетевой проектной деятельности.

В настоящее время сетевой проект, как средство достижения требуемых результатов обучения, является предметом изучения многих исследователей, причем проблема реализации сетевой проектной деятельности в образовательном процессе рассматривается с разных позиций: выявления роли метода проектов (Е.С. Полат); проектирования педагогического дизайна совместной сетевой деятельности (Е.Д. Патаракин); формирования различных видов деятельности обучающихся (О.Б. Голубев, А.П. Кушнарева); с позиций компетентного подхода (А.В. Хуторской) и др. Исследователи рассматривают сетевой проект в качестве инструмента реализации проектной деятельности, формы организации совместной деятельности, образовательного пространства учебно-исследовательской деятельности, метода активного обучения, средства повышения мотивации к обучению, инновационной формы компетентной образовательной парадигмы [3], средства повышения качества образования и профессиональной компетенции педагогов. Столь широкий разброс направлений исследований объясняется как большими возможностями сетевых проектов, влияющих на всестороннее развитие специалиста, так и необходимостью дальнейшего углубления исследований в силу инновационного характера данного перспективного направления, с учетом дистанционной направленности обучения [4, с. 12].

В типовой программе учебной дисциплины «Методы программирования и информатика» ТД-G495/тип для специальности 1-31 01 01 Математика (по

направлениям) делается акцент на необходимости овладения студентами аппаратом рекурсии с целью формирования некоторого стиля программирования. В то же время исследователи выделяют особую роль рекурсии в обучении программированию, отмечая ее мощный познавательный и развивающий потенциал, способность к формированию у студентов алгоритмической культуры, широты кругозора. Рекурсия рассматривается как перспективная технологическая схема проблемного обучения, играющая роль мостика между обучением в вузе и последующим самообучением, между образованием и самообразованием, как ключевой предметно-образующий компонент универсального метода решения практико-ориентированных задач [5]. Таким образом, по нашему мнению, освоение рекурсивных алгоритмов представляется органично сочетающимся с проектной деятельностью студентов, а в рамках управляемой самостоятельной работы под руководством преподавателя сетевой проект есть также актуальная дистанционная форма обучения.

Продemonстрируем методические аспекты дистанционного обучения программированию рекурсивных алгоритмов на примере авторского сетевого проекта «О-ах, рекурсия!», сайт проекта <https://sites.google.com/view/recursia> [6]. Данный проект создан в 2020 году, апробирован в педагогическом сообществе, проведен среди студентов I-II курсов факультета математики и информатики Гродненского государственного университета имени Янки Купалы в 2020 и 2021 годах.

Методология исследования

Учебной целью сетевого проекта «О-ах, рекурсия!» является овладение навыками разрешения проблем программирования рекурсивных алгоритмов. Проект направлен на достижение у студентов компетенций образовательного стандарта специальности 1-31 03 01 Математика (по направлениям), ОСВО 1-31 03 01-2013: уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач (АК-1); разрабатывать практические рекомендации по использованию научных исследований, планировать и проводить экспериментальные исследования (ПК-1); заниматься аналитической и научно-исследовательской деятельностью в области математики и информационных технологий (ПК-5); принимать оптимальные управленческие решения (ПК-19).

План проведения сетевого проекта предусматривает в ходе исследовательской работы выявление уровня понимания студентами содержания понятия «рекурсия» на примере объектов и событий окружающей действительности, а также взаимодействия рекурсивных алгоритмов с нерекурсивными, исследование достоинств и проблем использования рекурсии в программировании. Результатом проекта явится развитие

познавательной самостоятельности в процессе решения задач. Итоговый продукт: электронный сборник методических рекомендаций для студентов по разработке рекурсивных алгоритмов и программ, который создают сами студенты.

В общем случае рекурсию рассматривают как процесс повторения элементов самоподобным образом [7]. Избегая необходимости рассмотрения смысла понятия «элемент», в сетевом проекте «О-ах, рекурсия!» рекурсия – это определение, описание, изображение какого-либо объекта или процесса внутри самого этого объекта или процесса, то есть ситуация, когда объект является частью самого себя [8].

Присутствие рекурсивных процессов в окружающей действительности позволяет преподавателю предложить задания студентам для определения практической значимости темы проекта, формирования навыков критического мышления (наблюдательность, анализ события, интерпретация, оценка, выводы и др.), актуализации проблемы и мотивации студентов на активную исследовательскую работу в проекте.

Рекурсивные алгоритмы в программировании связаны с итерационными, поэтому в сетевом проекте студенты проводят исследовательскую работу для выяснения возможности преобразования одного типа алгоритма в другой, а также для выявления особенностей реализации алгоритмов в рекурсивной нотации. основополагающий вопрос сетевого проекта: «Осторожность – это дитя страха, мудрости или профессионализма?».

В проекте реализованы различные педагогические технологии: познавательно-развивающие с использованием игровых методов вовлечения студентов в творческую деятельность (ролевые игры в команде; познавательные игры); дифференцированные (наличие дифференцированных заданий) и другие [9].

Приведем описание заданий для студентов [10].

Первый этап проекта «Аз-буки-веди». Тема исследования: где «живет» рекурсия? Объект исследования: рекурсия в окружающей действительности.

Цель исследования: обнаружить присутствие рекурсии в окружающей действительности (природе, обществе, творениях и продуктах человеческой деятельности).

Задачи исследования:

- Развить навыки выявления и анализа рекурсивных событий, ситуаций, процессов в окружающей действительности.
- Научиться моделировать рекурсивные процессы окружающей действительности.

План исследования:

1. Найти примеры рекурсивных процессов в некоторых областях знаний (человеческой деятельности).
2. Подготовить межкомандную онлайн-игру «О, рекурсия!», принять в ней участие.
3. Создать модель некоторого рекурсивного процесса (события, ситуации или др.).

На данном этапе проекта студенты подбирают примеры рекурсии и размещают их в общей презентации, углубляясь в проблему исследований, вне собственно программирования. Для моделирования рекурсивных процессов предлагается использовать некоторые онлайн сервисы. Отметим, что при проведении проекта студенты использовали для моделирования не только рекомендованные сервисы (например, Tinkercad с готовой инструкций использования), а также освоенные самостоятельно (например, онлайн ресурс Autodesk.com).

Проведение межкомандной игры предусматривает создание каждой командой теста с помощью гугл-формы и дальнейшее прохождение теста каждым участником проекта. В зачет команде зачисляются баллы по нескольким показателям: число вопросов теста, число членов команды, участвующих в игре, и др. Предусмотрена система поощрений и штрафов.

Для выполнения заданий студентам на сайте проекта предлагаются инструкции, примеры, ссылки, шаблоны, однако при этом вся деятельность команд направлена на проведение творческой исследовательской работы с предоставлением вариативного выбора используемых сервисов и формы представления результатов исследований. Команды размещают результаты работы на сайте команд-участниц проекта <https://sites.google.com/view/recursion-teams/>, а с целью мониторинга деятельности команд – в таблице продвижения «Шаги к успеху» <https://docs.google.com/spreadsheets/d/1wc78RwvCnKooSpzgX3eaUe9yrOg0KYxi9j5hEpxJdtg/edit?usp=sharing>.

Второй этап «Кот в мешке». Тема исследования: как использование рекурсии облегчает труд программиста? Объект исследования: рекурсия в программировании.

Цель исследования: выяснить связь рекурсивных алгоритмов с некурсивными.

Задачи исследования:

- Развить навыки анализа алгоритмов решения задач.
- Освоить алгоритм преобразования рекурсивного алгоритма в некурсивный и обратно.

- Сформировать навыки программирования рекурсивных алгоритмов.
- Научиться выполнять сравнительный анализ программных реализаций различных алгоритмов решения задач.

План исследования:

1. Изучить теоретический материал; пройти персональное тестирование.
2. Составить программу решения командной задачи, используя рекурсивную и нерекурсивную схемы решения.
3. Разработать критерии сравнительной оценки рекурсивной и нерекурсивной схем решения; провести сравнительный анализ программ согласно подготовленным критериям.
4. Разработать алгоритм преобразования рекурсивного алгоритма в нерекурсивный и обратно.

Рекурсивное программирование в сетевом проекте рассматривается как технология, обобщающая циклические алгоритмы. Студентам предлагаются для исследования простые задачи, решаемые циклическим перебором; такой подход позволяет не отвлекаться от проблемы конструирования рекурсивных алгоритмов и программ [11].

Приведем примеры задач, предлагаемых студентам [12]:

Задача 1. Вычислить факториал заданного натурального числа.

Задача 2. Найти наибольший общий делитель двух натуральных чисел.

Задача 3. Для заданного натурального числа подсчитать количества всех его делителей.

Задача 4. Найти максимальный элемент заданного массива.

Задача 5. Вкладчик положил в сбербанк сумму в *sum* денежных единиц под *p* процентов за один период времени (год, месяц, неделя и т.д.). Вычислить величину вклада по истечении *n* периодов времени.

* Задача 6. Последовательность из латинских букв строится следующим образом: на нулевом шаге она пуста; на каждом последующем шаге она удваивается, а затем к ней слева добавляется очередная буква алфавита (*a, b, c, ...*). По заданному числу *n* определить символ, который стоит на *n*-ом месте последовательности, получившейся после шага с заданным номером.

Для выбора командой условия задачи для исследования в проекте используется игровой прием: команда получает задание с номером, совпадающим с ее номером в списке регистрации для участия в сетевом проекте. Для работы в дистанционном

режиме студентам предлагаются онлайн компиляторы; ссылки на коды программ команды размещают в таблице результатов эксперимента.

Командам надлежит получить решение задачи с помощью рекурсивной и нерекурсивной программ, сравнить обе реализации, в том числе на примере программ других команд. Такое самооценивание и взаимооценивание присутствует на каждом этапе сетевого проекта и входит в систему оценивания деятельности каждого участника проекта.

Пример решения задачи на языке программирования C++: «Подсчитать количество простых чисел, не превосходящих заданного натурального числа» (команда «Название команды»):

Рекурсивное решение	Нерекурсивное решение
<pre> #include <iostream> #include <iomanip> bool isPrime(int n, int i = 2) { if (n <= 2) return (n == 2); if (n % i == 0) return false; if (i * i > n) return true; return isPrime(n, i + 1); } int main() { const int N = 100000; int n; std::cout << "Подсчёт кол-ва простых чисел, не превосходящих заданного натурального числа"<< std::endl; do { std::cout << "Введите корректное число:"<< std::endl; std::cout << "n = "; std::cin >> n; }while (0 > n n > N); int w = 0; for(int i=0; i<=n; i++) { </pre>	<pre> #include <iostream> #include <iomanip> int main() { const int N = 100000; int n; std::cout << "Подсчёт кол-ва простых чисел, не превосходящих заданного натурального числа"<< std::endl; do { std::cout << "Введите корректное число:"<< std::endl; std::cout << "n = "; std::cin >> n; }while (0 > n n > N); int p[N + 1]; int i = 2; while (i <= n) { p[i] = 1; ++i; } int w = 0; for (i = 2; i <= n; ++i) { if (p[i] == 1) { std::cout << std::setw(8) << i; </pre>

<pre> if (isPrime(i) == true) { std::cout << std::setw(8) << i; w++; } } std::cout << " " << std::endl; std::cout << "Кол-во простых чисел: " << w << std::endl; return 0; } </pre>	<pre> w++; for (int j = 2*i; j <= n; j += i) { p[j] = 0; } } std::cout << " " << std::endl; std::cout << "Кол-во простых чисел: " << w << std::endl; return 0; } </pre>
---	--

Пример алгоритма преобразования рекурсивного решения в нерекурсивное команда «Название команды» представила в видео <https://drive.google.com/file/d/1xCJfiRurnlmPVnNhMCuOiwPqEQ6puFl/view>.

Конечный продукт, содержащий демонстрацию связи рекурсивной и нерекурсивной реализаций алгоритма решения задачи и ответ на проблемный вопрос этапа «Как использование рекурсии облегчает труд программиста?», команды-участницы сетевого проекта разместили на общей интерактивной карте <https://ru.padlet.com/kupalaproject/6rqgtiome5cf>.

Третий этап «Гордиев узел». Тема исследования: почему требуется осторожность в программировании с использованием рекурсии? Объект исследования: рекурсия в программировании.

Цель исследования: выявить пути устранения критических ситуаций при реализации рекурсивных алгоритмов.

Задачи исследования:

- Развить навыки анализа алгоритмов решения задач.
- Выявить причины критических ситуаций при реализации рекурсивных алгоритмов.
- Изучить способы устранения критических ситуаций в рекурсивных программах.

План исследования:

1. Исследовать критические ситуации для решенных командой задач на предыдущем этапе; предложить пути устранения возникших критических ситуаций.

2. Исследовать общую структуру рекурсивного алгоритма в критических ситуациях; подготовить графическую модель «Критические ситуации в рекурсивных программах».

Графическую модель и ответ на проблемный вопрос этапа команды размещают в онлайн справочнике критических ситуаций <https://ninamn.netboard.me/recursion3/?link=gcjnZ4O1-ZdHuyvsp-eIrhtkUZ>.

Пример анализа критической ситуации, возникшей при запуске рекурсивной программы решения задачи для вычисления значения многочлена по схеме Горнера, подготовленной командой «Blood's», приведен на рис. 1.

Проверяя программу, могут возникать проблемы с числами. При отсутствии ограничений, в стеке может закончиться место, из-за чего программа не выполняется.

Пример ошибки:

```
1.00x^100+1.00x^99+1.00x^98+1.00x^97+11.00x^96+1.00x^95+1.00x^94+1.00x^93+11.00x^92+1.00x^91+11.00x^90+12121.00x^89+221.00x^88+1121.00x^87+21.00x^86+121.00x^85+21.00x^84+2.00x^83+12.00x^82+2.00x^81+121.00x^80+2.00x^79+1.00x^78+2.00x^77+1.00x^76+2.00x^75+1.00x^74+2.00x^73+1.00x^72+2.00x^71+12.00x^70+1.00x^69+2.00x^68+1.00x^67+2.00x^66+12.00x^65+1.00x^64+2.00x^63+1.00x^62+2.00x^61+1.00x^60+2.00x^59+12.00x^58+1.00x^57+2.00x^56+2.00x^55+212.00x^54+12.00x^53+21.00x^52+2.00x^51+12.00x^50+1.00x^49+2.00x^48+1.00x^47+2.00x^46+12.00x^45+12.00x^44+12.00x^43+12.00x^42+12.00x^41+12.00x^40+12.00x^39+11.00x^38+2.00x^37+1.00x^36+2.00x^35+1.00x^34+2.00x^33+121.00x^32+21.00x^31+2.00x^30+121.00x^29+2.00x^28+1.00x^27+2.00x^26+2.00x^25+1.00x^24+2.00x^23+1.00x^22+2.00x^21+1.00x^20+2.00x^19+1.00x^18+21.00x^17+2.00x^16+1.00x^15+21.00x^14+2.00x^13+1.00x^12+2.00x^11+21.00x^10+21.00x^9+2.00x^8+1.00x^7+2.00x^6+1.00x^5+2.00x^4+1.00x^3+2.00x^2+1.00x^1+21.00x^0=Segmentation fault (core dumped)
```

В данной ситуации мы можем установить ограничения

```
const nmax=30;
```

благодаря которым выполнение программы не начнётся, пока мы не введём число ниже или равное ограничению

```
Введите n=31
Введите n=45
Введите n=29
Введите коэффициенты:
a[1]=
```

Рисунок 1 – Анализ критической ситуации

Для представления конечного продукта этапа 3, содержащего анализ достоинств и недостатков рекурсии, команда «Название команды» использовала сервис Canva <https://drive.google.com/file/d/1aX58JBGEEn1Cw5QbQlHuvAg1vYDc7IXfu/view?usp=sharing>. Участники команды «Умные и красивые» подготовили инфографику <https://imgur.com/a/4ppxV35>.

Заключительный этап. Проведение онлайн конференции по итогам участия команд в проекте. Краткий отчет, включающий ссылку на портфолио команд, размещается на онлайн доске <https://padlet.com/kupalaproject/o1ltkcr8f9a1hzzq>.

Примеры ответов на основополагающий вопрос проекта:

«Всё-таки осторожность – это дитя мудрости. На примере рекурсивных алгоритмов мы показали, что рекурсии использовать можно и нужно, но не стоит забывать, что они могут быть той самой палкой в колесе» (команда «Умные и красивые»).

«Осторожность – это дитя профессионализма. Программирование – такая сфера, которая требует большого опыта. Приобретая этот опыт, ты приобретаешь осторожность в работе с данными, так как каждая мельчайшая деталь очень важна. Непроявление осторожности в программировании может поставить под угрозу всю инфраструктуру и важные данные» (команда «Initium»).

«Осторожность – самое старшее дитя мудрости (Виктор Гюго). Действительно, лишь мудрые люди выполняют все свои действия с некой осторожностью, поскольку прошли долгую жизнь со всеми своими испытаниями. В ходе выполнения всех этапов данного сетевого проекта мы выяснили, что без осторожности невозможно решить задачу правильно с первого раза, чтобы решение было оптимально и разумно. Поэтому осторожность – дитя мудрости» (команда «Blood's»).

Заключение

На итоговой конференции, проведенной в рамках заключительного этапа проекта, команды презентовали результаты работы, оценили свое участие в проекте, сделали выводы о возможных направлениях дальнейших исследований.

По итогам анкетирования участников проекта «О-ах, рекурсия!» была отмечена его безусловная полезность. Анализ ответов студентов на вопрос «Чему вы научились, работая в проекте» приведен на рис. 2.

32 ответа

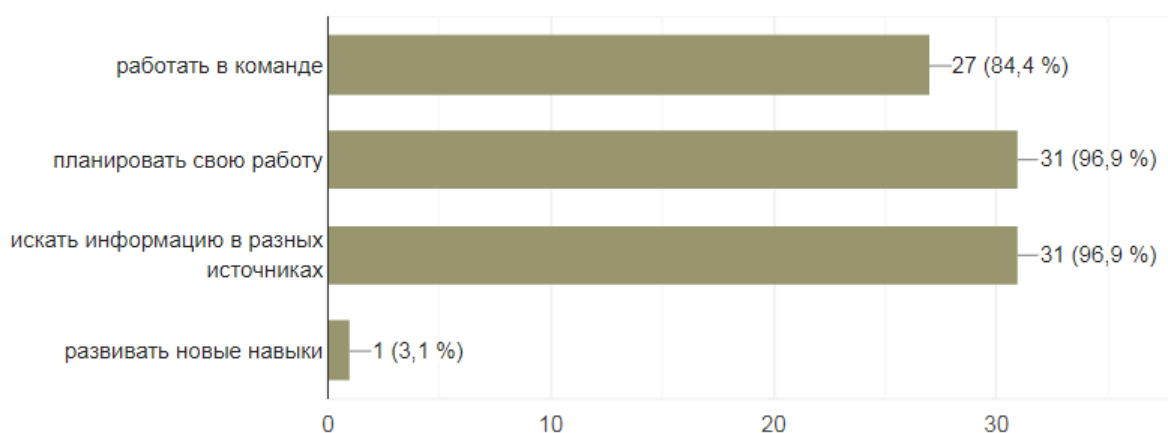


Рисунок 2 – Анализ ответов студентов

В сетевом проекте «О-ах, рекурсия!» реализована модель обучения студентов с использованием дистанционной обучающей технологии, содержащая следующие элементы: формулировка целей проекта; планирование работы, отбор содержания и средств достижения целей; организация исследовательской работы; организация обратной связи и контроль; анализ и самоанализ; оценка результатов проекта. Анализ результатов проведения проекта свидетельствует о возможности расширения его границ с привлечением сторонних участников: учащихся старших классов, колледжей, других высших учебных заведений, что будет способствовать повышению качества образования.

Список библиографических ссылок (на языке оригинала)

1. Доклад ЮНЕСКО по науке: на пути к 2030 году. ЮНЕСКО, 2015. [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.unesco.org/USR-contents> (дата обращения: 04.04.2021).

2. Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2030 года. Минск, 2017. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.economy.gov.by/uploads/files/NSUR2030/Natsionalnaja-strategija-ustojchivogo-sotsialno-ekonomicheskogo-razvitija-Respubliki-Belarus-na-period-do-2030-goda.pdf> (дата обращения: 04.04.2021).

3. Макарова Н.П. Сетевой проект как инновационная форма компетентностной образовательной парадигмы. *Дидактика сетевого урока: материалы II Междунар. науч.-практ. конф.* Минск, 16 янв. 2018 г. Минск: БГПУ, 2019:154-160.

4. Князева С.Ю., Капелюшник Д.М., Пушкарева Е.Н. Цифровые инструменты и сервисы для учителя. *Педагогика информатики: электронный научно-методический журнал.* 2020;3. URL: http://pcs.bsu.by/2020_3/1ru.pdf.

5. Есяян А.Р. Теория и методика обучения алгоритмизации на основе рекурсии в курсе информатики педагогического вуза / автореферат дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.02. Тула, 2001. 44 с.

6. Макарова Н.П. Сайт сетевого проекта «О–ах, рекурсия!». *ByProject 2020: сб. цифр. материалов III Международной неоконференции.* Гродно: ГрГУ, 2020:185-187.

7. Рекурсия / Академик. [Электронный ресурс]. URL: <https://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/6791> (дата обращения: 02.04.2021).

8. Рекурсия / Википедия. [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B5%D0%BA%D1%83%D1%80%D1%81%D0%B8%D1%8F> (дата обращения: 03.04.2021).

9. Касаткина Н.Е., Градусова Т.К., Жукова Т.А., Кагакина Е.А., Колупаева О.М., Г.Г. Солодова и др. Современные образовательные технологии в учебном процессе вуза. Кемерово, 2011. 237 с.

10. Макарова, Н.П. О содержании исследовательской деятельности студентов в сетевом проекте «О-ах, рекурсия!». *NovaInfo.Ru*. 2020;116;92-94.

11. Пирогов В.Ю., Баландина И.В. Основы методики обучения рекурсивному программированию. [Электронный ресурс]. *Мир науки*. 2018;4. URL: <https://mir-nauki.com/PDF/45PDMN418.pdf> (дата обращения: 01.04.2021).

12. Рекурсия / Решебники онлайн. [Электронный ресурс]. URL: <http://reshebniki-online.com/node/60969> (дата обращения: 04.04.2021).

References (на английском языке)

1. UNESCO science report: towards 2030. UNESCO Publishing [Электронный ресурс] / UNESDOC – Paris 07 SP France, 2015. URL: <https://en.unesco.org/node/252168>.

2. Nacional'naja strategija ustojchivogo social'no-jekonomicheskogo razvitija Respubliki Belarus' na period do 2030 goda. [Electronic resource]. Available at: <https://www.economy.gov.by/uploads/files/NSUR2030/Natsionalnaja-strategija-ustojchivogo-sotsialno-ekonomicheskogo-razvitija-Respubliki-Belarus-na-period-do-2030-goda.pdf>. (date of access: 04.04.2021). (In Russian).

3. Makarova N.P. Setevoj proekt kak innovacionnaja forma kompetentnostnoj obrazovatel'noj paradigmy [Network project as an innovative form of competent educational paradigm]. *Didaktika setevogo uroka: materialy II Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Minsk, 16 janv. 2016*. Minsk: BGPU. 2019:154-160. (In Russian).

4. Kniazeva S.Iu., Kapeliushnik D.M., Pushkareva E.N. Tsifrovye instrumenty i servisy dlia uchitel'ia [Digital Tools and Services for Teachers]. *Pedagogika informatiki: elektronnyi nauchno-metodicheskii zhurnal*. 2020;3. URL: http://pcs.bsu.by/2020_3/1ru.pdf. (In Russian).

5. Esaian A.R. Teoriia i metodika obucheniia algoritimizatsii na osnove rekursii v kurse informatiki pedagogicheskogo vuza [Theory and Methodology for Protection of Recursions Based on Recursion in the Course of Information Pedagogical University] / avtoreferat dis... d-ra ped. nauk: 13.00.02. Tula, 2001. 44 p. (In Russian).

6. Makarova N.P. Sait setevogo proekta «O-akh, rekursiia!» [Site of the network project "Oh, recursion!"]. *ByProject 2020*. Grodno. 2020:185-187. (In Russian).

7. Rekursiia. Akademik [Recursion. Academician]. [Electronic resource]. Available at: <https://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/6791> (date of access: 02.04.2021). (In Russian).

8. Rekursiia. Vikipediia [Recursion. Wikipedia]. [Electronic resource]. Available at: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B5%D0%BA%D1%83%D1%80%D1%81%D0%B8%D1%8F> (date of access: 03.04.2021). (In Russian).

9. Kasatkina N.E., Gradusova T.K., Zhukova T.A., Kagakina E.A., Kolupaeva O.M., G.G. Solodova i dr. *Sovremennye obrazovatel'nye tekhnologii v uchebnom protsesse vuza* [Modern educational technologies in the educational process of the university]. Kemerovo, 2011. 237 p. (In Russian).

10. Makarova, N.P. O sodержanii issledovatel'skoi deiatel'nosti studentov v setevom proekte «O-akh, rekursiia!» [About the content of research activities of students in the network project "Oh, recursion!"]. *NovaInfo.Ru*. 2020;116;92-94. (In Russian).

11. Pirogov V.Ju., Balandina I.V. Osnovy metodiki obucheniia rekursivnomu programmirovaniuu [Foundations of teaching methods of recursive programming]. *World of Science. Pedagogy and psychology*, [Electronic resource]. 4(6). Available at: <https://mir-nauki.com/PDF/45PDMN418.pdf>. (In Russian).

12. Rekursiia / Reshebniiki onlain [Recursion. Reshebniiki online.]. [Electronic resource]. Available at: <http://reshebniiki-online.com/node/60969> (date of access: 04.04.2021). (In Russian).